

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



STEM no ensino da massa e do peso:
Um estudo com alunos do 7.º ano

António Manuel Salvado Tomás

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

Área de Especialidade em Didática das Ciências

Dissertação orientada pela Prof.^a Doutora Mónica Baptista

2021

Agradecimentos

“De costas voltadas
Não se vê o futuro
Nem o rumo da bala
Nem a falha no muro.
E alguém me gritava
Com voz de profeta
Que o caminho se faz
Entre o alvo e a seta.”

Letra da música “Quem me leva os meus fantasmas” de Pedro Abrunhosa

A concretização deste estudo só foi possível graças à colaboração e ao contributo, de forma direta ou indireta, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria muito de agradecer, em particular:

À Professora Doutora Mónica Baptista que me acompanhou durante este longo e paciente trajeto, pela disponibilidade manifestada para orientar este trabalho, esclarecendo dúvidas, indicando caminhos e acima de tudo, pelo incentivo e apoio para levar a bom porto este barco.

Ao meu amigo e colega Diretor do Agrupamento de Escolas Fragata do Tejo, Dr. João Veva, que manifestou sempre disponibilidade e apoio, incentivando a concluir a subida de mais um degrau.

Aos meus colegas de “guerra” que muitas vezes viam o meu cansaço e respondiam com uma palavra amiga de alento e incentivo.

Os meus pais, o Sr. Joaquim e a D. Maria, por não terem perdido a esperança de ver o filho concluir mais uma etapa há muito iniciada, dando expressão ao “vale mais tarde do que nunca”!

À minha esposa Isabel, a minha guerreira, pelo carinho e pelo olhar paciente naqueles dias menos bons.

Aos meus filhos Pedro e Inês, que neste momento tudo isto lhes passa ao lado, mas que um dia mais tarde, ao inadvertidamente passarem os olhos por este documento consigam entender um facto:

“Quando a assistência olha para o arqueiro e depois para o alvo com a excitação de ver a seta atingir o alvo, o Arqueiro no seu momento solitário sabe, que antes de isso acontecer, o que interessa é o caminho que se faz entre o alvo e a seta.”

Palavras minhas

Resumo

Nos países ocidentalizados o interesse e motivação dos alunos relativamente às disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (disciplinas STEM) tem vindo a diminuir, apesar da procura global de mão-de-obra qualificada nas “STEM skills” ter vindo a aumentar e a literatura apontar para a introdução de uma abordagem integrada STEM, nos processos de aprendizagem como forma de captar os jovens para disciplinas STEM e, desviando o enfoque do processo de aprendizagem do professor para o aluno. Mas afinal o que é a STEM? E como é que uma abordagem STEM influencia a motivação dos alunos, as suas estruturas cognitivas e aprendizagens? O nosso estudo pretende fazer um contributo para o acervo que tenta clarificar atributos e potencialidades da articulação STEM no processo de ensino/aprendizagem dos alunos. Partimos do problema: “Como é que uma abordagem STEM, sobre peso e massa, influencia a motivação dos alunos, as suas estruturas cognitivas e aprendizagens?”. Para isso, pretende-se saber qual é a motivação e o interesse pelas áreas STEM, considerando o antes e o depois das atividades STEM, quais são as estruturas cognitivas dos alunos sobre os conceitos de peso e massa, antes do desenvolvimento da abordagem STEM e, por fim, quais foram as dificuldades que sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM. Para procurar dar resposta ao problema realizou-se uma investigação introduzindo atividades de investigação de engenharia reversa no estudo do peso e massa, conteúdos do programa de Ciências Físico – Químicas de 7.º ano e, consequentemente os indivíduos “investigados” foram alunos do sétimo ano, de um agrupamento da margem Sul. Este estudo insere-se num projeto mais amplo – GoSTEM – financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/CED-EDG/31480/2017). O estudo seguiu uma metodologia de investigação mista, descritivo e com uma abordagem de teor interpretativo. Utilizaram-se vários instrumentos de recolha de dados: questionário, mapas de frequências WAT, documentos escritos (desenhos) e entrevista, em grupo focado. No processo de análise, os dados foram codificados e categorizados. À medida que o trabalho se desenvolvia constatou-se a dificuldade dos alunos para se desviarem do caminho “tradicional” onde prevalece uma separação entre o quotidiano e o conteúdo científico. As estruturas cognitivas dos alunos evoluíram e as dificuldades primárias sentidas foram resultado do confronto entre conhecimentos previamente adquiridos, do seu quotidiano, e o conhecimento científico. No final manifestaram um grande interesse em “abraçar” uma nova via, uma articulação mais integradora do que nos rodeia, uma integração STEM nos processos de ensino-aprendizagem, mas relativamente ao facto desta via influenciar as suas escolhas, não se verificaria nenhuma mudança por duas razões principais: terem ideias fixas e a esmagadora maioria já pretendia enveredar pela área científica e tecnológica.

Palavras-chave: Educação STEM, integração STEM, ensino do peso e da massa, motivação pelas áreas STEM.

Abstract

In westernized countries, students' interest and motivation in the subjects of Science, Technology, Engineering and Mathematics (subjects STEM) has been decreasing, although the global search of manpower on the “STEM skills” has been increasing and the literature aim for a introduction of an approach to integrated STEM, on the learning process as a way of attracting the youth to the subjects STEM and, diverting the process focus of learning of the teacher to the student. But what is STEM? And how does STEM influence students' motivations, their cognitive structures and learning? Our research pretends to make a contribution for the estate that tries to clarify attributes and the potentials of articulations STEM on the process of teaching\ learning of the students. We start from our problem: “how does a STEM approach, about weight and mass, influences students' motivations, their cognitive structures and learning?” For this, it is intended to know what is the motivation and interest in the STEM areas, considering the before and after STEM activities, what are the students' cognitive structures on the concepts of weight and mass, before the development of the STEM approach and, finally, what were the difficulties they experienced during the development of the STEM approach. To try answer to the problem an investigation took place introducing the engineering investigation activities reversed on the study of the weight and mass, content from the physicochemical program on the seventh grade and, consequently the individuals “investigated” were students from the seventh grade, from a school cluster on the south bank. This study is part of a broader project - GoSTEM - financed by the Foundation for Science and Technology (PTDC / CED-EDG / 31480/2017). Our study followed an mixed, descriptive and with an approach of interpretive content. Various data collecting instruments were used: questionnaires, WAT frequency maps, written documents (drawings) and interviews, on a focused group. On the analyze process, the data was coded and categorized. With the project evolution, the difficulty of the students to get away from the “traditional” route, where there's a separation in between the quotidian and the scientific content, was noticed. The students' cognitive structures evolved and the primary difficulties felt, were the result from the confront in between their already known knowledge, from their quotidian, and scientific knowledge. In the end, they manifested a great interest on opening their paths to a new way, an articulation more integrative that what surrounds us, a STEM integration on the teaching-learning process, but the fact that this way is going to influence their choices, doesn't show any change for two main reasons: they have fixed ideas and the majority already pretended to invest on the scientific and technologic subjects.

Key words: STEM education, STEM integration, weight and mass teaching, motivation by STEM areas.

Índice

| | |
|---|--------|
| Índice de quadros..... | vi |
| Índice de figuras | vii |
| Índice de figuras (continuação) | viii |
| Índice de gráficos..... | ix |
| Índice de gráficos (continuação)..... | x |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| Introdução | 1 |
| Motivações Pessoais e a Pandemia..... | 3 |
| Organização do estudo..... | 4 |
| CAPÍTULO II..... | 6 |
| Enquadramento Teórico | 6 |
| O que é a STEM e a integração STEM? | 6 |
| Alguns estudos envolvendo alunos na área das STEM | 16 |
| CAPÍTULO III | 21 |
| A Proposta Didática (e a pandemia) | 21 |
| Enquadramento curricular..... | 21 |
| Descrição da atividade de suporte a este estudo | 22 |
| Suporte metodológico da atividade prática..... | 23 |
| CAPÍTULO IV | 25 |
| Metodologia..... | 25 |
| Fundamentação Metodológica..... | 27 |
| Caracterização dos participantes no estudo | 30 |
| A Escola e o meio envolvente | 30 |
| Os alunos e as turmas envolvidas..... | 30 |
| Recolha de dados | 31 |
| Questionário | 32 |

| | |
|--|------------|
| WAT (Word Association Test) | 34 |
| Documentos escritos (desenho)..... | 36 |
| Entrevista em grupo focado..... | 37 |
| Análise de dados | 43 |
| CAPÍTULO V | 46 |
| Resultados..... | 46 |
| Motivação e o interesse pelas áreas STEM e como evoluem após o desenvolvimento da abordagem STEM. | 48 |
| CAPÍTULO VI | 105 |
| Discussão de Resultados, Conclusões e Reflexão final..... | 105 |
| Conclusões e reflexão final..... | 111 |
| Referências Bibliográficas | 114 |
| Apêndice A – Solicitação de Autorização | 121 |
| Apêndice B – Atividade prática..... | 122 |
| Apêndice C - Guião da Entrevista | 124 |

Índice de quadros

| | |
|--|----|
| Quadro 4.1 – Questões orientadoras e respetiva correspondência com os instrumentos de recolha de dados. ----- | 41 |
| Quadro 4.2 – Designação dos códigos atribuídos. ----- | 42 |
| Quadro 5.1 – Comparação de interesses no prosseguimento de estudos, no início e no final do projeto de investigação. ----- | 69 |
| Quadro 5.2 - Tabela de frequência da amostra de valores de frequência WAT. ----- | 71 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 – Cartoon apresentado aos alunos sobre o peso. ----- | 22 |
| Figura 5.1 - Estruturas cognitivas dos alunos com as associações de palavras mais fortes. ----- | 72 |
| Figura 5.2 - Estruturas cognitivas dos alunos com as associações de palavras mais fracas. ----- | 73 |
| Figura 5.3 - Estruturas cognitivas dos alunos com associações de palavras fraquíssimas. ----- | 74 |
| Figura 5.4 - Desenho D1 do aluno E1 ----- | 84 |
| Figura 5.2 - Desenho D2 do aluno E2 ----- | 85 |
| Figura 5.3 - Desenho D3 do aluno E3 ----- | 85 |
| Figura 5.4 - Desenho D4 do aluno E4 ----- | 86 |
| Figura 5.5 - Desenho D18 do aluno E18 ----- | 86 |
| Figura 5.6 - Desenho D5 do aluno E5 ----- | 88 |
| Figura 5.7 - Desenho D6 do aluno E6 ----- | 88 |
| Figura 5.8 - Desenho D7 do aluno E7 ----- | 89 |
| Figura 5.9 - Desenho D8 do aluno E8 ----- | 89 |
| Figura 5.10 - Desenho D9 do aluno E9 ----- | 90 |
| Figura 5.11 - Desenho D10 do aluno E10 ----- | 91 |
| Figura 5.12 - Desenho D11 do aluno E11 ----- | 91 |
| Figura 5.13 - Desenho D12 do aluno E12----- | 92 |
| Figura 5.14 - Desenho D13 do aluno E13 ----- | 92 |
| Figura 5.15 - Desenho D14 do aluno E14 ----- | 94 |
| Figura 5.16 - Desenho D15 do aluno E15 ----- | 94 |
| Figura 5.17 - Desenho D16 do aluno E16 ----- | 95 |
| Figura 5.18 - Desenho D17 do aluno E17----- | 95 |
| Figura 5.19 - Desenho D19 da aluna E19 ----- | 96 |

Índice de figuras (continuação)

| | |
|--|----|
| Figura 5.20 - Desenho D20 da aluna E20 ----- | 96 |
|--|----|

Índice de gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Distribuição por género ----- | 46 |
| Gráfico 2 – Distribuição por idades ----- | 46 |
| Gráfico 3 – Autoavaliação ----- | 47 |
| Gráfico 4 – N.º de reprovações durante o percurso escolar ----- | 47 |
| Gráfico 5 – Habilitações académicas dos pais dos alunos observados ----- | 47 |
| Gráfico 6 – Ordem de escolha da área de Ciências e Tecnologia como prosseguimento de estudos ----- | 47 |
| Gráfico 7 – Expectativa de boas notas a Matemática e Ciências ----- | 48 |
| Gráfico 8 – Capacidade de realizar os trabalhos de casa nas disciplinas de Matemática e Ciências ----- | 48 |
| Gráfico 9 – Expectativas da utilização da Matemática e Ciências na futura carreira profissional ----- | 49 |
| Gráfico 10 – Envolvimento e esforço nas disciplinas de Matemática e Ciências ----- | 50 |
| Gráfico 11 – Sucesso como impulsionador da futura carreira ----- | 50 |
| Gráfico 12 – Interesse familiar nas futuras áreas curriculares académicas ----- | 51 |
| Gráfico 13 – Manifestação de interesse por carreiras nas áreas disciplinares das STEM -- | 52 |
| Gráfico 14 – Manifestação do gosto pelas aulas de Matemática e Ciências ----- | 52 |
| Gráfico 15 – Manifestação da admiração pelos profissionais que trabalham nas áreas científicas da esfera das STEM ----- | 53 |
| Gráfico 16 – Manifestação do à-vontade em “falar” com profissionais nas áreas científicas da esfera das STEM ----- | 53 |
| Gráfico 17 – Distribuição familiar pelas profissões ligadas às disciplinas STEM. ----- | 54 |
| Gráfico 18 – Manifestação da expectativa de recompensa monetária na situação de ter uma profissão ligada às disciplinas STEM ----- | 55 |
| Gráfico 19 – Manifestação da expectativa relativamente às saídas profissionais ligadas às disciplinas STEM ----- | 55 |

Índice de gráficos (continuação)

| | |
|--|----|
| Gráfico 20 – Manifestação da expectativa de reconhecimento pelo trabalho desenvolvido nas áreas disciplinares STEM ----- | 56 |
| Gráfico 21 – Reconhecimento das profissões ligadas às Línguas e Humanidades ----- | 56 |
| Gráfico 22 – Manifestação do interesse relativamente ao envolvimento, interesse, conhecimento e desempenho na área da Tecnologia ----- | 57 |
| Gráfico 23 – Manifestação do interesse relativamente ao envolvimento, interesse, conhecimento e desempenho na área da Engenharia ----- | 58 |
| Gráfico 24 – Manifestação de interesse em seguir uma carreira ligada às disciplinas STEM | 59 |
| Gráfico 25 – Incentivo e interesse familiar pelas aulas e estudo na área das Ciências ----- | 60 |
| Gráfico 26 – Perspetiva de entrada numa “boa” Universidade nas áreas ligadas às disciplinas STEM ----- | 61 |
| Gráfico 27 – Expectativa em tirar um curso ligado às áreas das disciplinas STEM ----- | 62 |
| Gráfico 28 – Expectativa em contribuir para o desenvolvimento da Ciência ----- | 62 |
| Gráfico 29 – Expectativa em conseguir ter uma profissão ligada às disciplinas STEM ---- | 63 |
| Gráfico 30 – Competências e Mérito das Ciências e Cientistas ----- | 64 |
| Gráfico 31 – Apreciação da relação com as Ciências Físico – Químicas (parte 1) ----- | 65 |
| Gráfico 32 – Apreciação da relação com as Ciências Físico – Químicas (parte 2) ----- | 66 |
| Gráfico 33 – Apreciação da relação com as Ciências Físico – Químicas (parte 3) ----- | 67 |
| Gráfico 34 – Adequação de CFQ de acordo com o género ----- | 68 |

CAPÍTULO I

Introdução

“O que eu ouço, eu esqueço. O que eu vejo, eu lembro. O que eu faço, eu entendo.”¹

Kung-fu-tzu (551 a.C. - 479 a.C.)

Segundo o Fórum Económico Mundial, as crianças nascidas neste início de século, ao juntarem-se à futura força de trabalho vão encontrar um mundo muito diferente do nosso atualmente. A forma como vamos trabalhar e viver será condicionada pela inteligência artificial, veículos autónomos, biologia sintética e outras tecnologias emergentes². O professor alemão Klaus Schwab, fundador do Fórum Económico Mundial, desenvolveu no seu livro “A Quarta Revolução Industrial”, publicado em 2016, a ideia de que já estamos vivendo uma revolução tecnológica que vai moldar a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos³.

Vivemos uma época de desafios globais. As mudanças climáticas e o seu impacto sobre as nações, a gestão de recursos e o crescimento exponencial da população, a perda de biodiversidade, as fontes de energia e os recursos hídricos são problemas globais que carecem de respostas globais. E estas respostas precisam de um suporte tecnológico cada vez maior colocando pressão sobre o desenvolvimento da ciência. No entanto, verifica-se que no mundo ocidental e nos países asiáticos mais prósperos o interesse e motivação dos alunos relativamente às disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, disciplinas integradoras da educação STEM⁴ tem vindo a diminuir. Apesar disso nesses países continua a haver uma preocupação em melhorar a educação STEM porque a procura de mão-de-obra qualificada nas “STEM skills” tem vindo a aumentar (Kelley & Knowles, 2016; Rahm & Moore, 2016). Profissionais qualificados nas áreas das STEM são necessários para os países se manterem economicamente competitivos no mercado global e simultaneamente conseguirem dar resposta às questões atuais como a necessidade de energias

¹ Confúcio, ou Kung-fu-tzu (551 a.C. - 479 a.C.), filósofo chinês.

² <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/9-ways-to-make-education-fit-for-the-21st-century/>

³ <https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/tecnologia-o-que-e-a-4-revolucao-industrial.htm?cmpid=copiaecola>

⁴ A sigla STEM é a conjunção das iniciais em inglês das palavras, Science (ciências), Technology (tecnologia), Engineering (engenharia) e Mathematics (matemática).

suficientes e sustentáveis, resposta adequada às velhas e novas doenças mundiais e um desenvolvimento tecnológico mais amigável para o ser humano e natureza (Bøe et al., 2011).

Além disso, a literatura tem evidenciado vantagens salariais significativas para aqueles que estudam nas áreas STEM à medida que transitam para o mercado de trabalho, verificou-se que tinham maior probabilidade em ter um emprego alinhado com o curso da faculdade e geralmente ganham mais, mantêm o emprego e alcançam maiores níveis de satisfação (Dika & D'Amico, 2015).

Todas as disciplinas STEM apresentam oportunidades para desenvolver as competências do século XXI, como adaptabilidade, comunicação complexa, habilidades sociais, resolução de problemas não rotineiros, autogerenciamento / autodesenvolvimento e pensamento sistêmico (NRC, 2010). Adquirir uma literacia STEM, ou seja, tomar consciência da natureza da ciência, tecnologia, engenharia, matemática e familiarizar-se com alguns conceitos fundamentais de cada disciplina (tornou-se) uma prioridade educacional para todos os alunos (Bybee, 2010; National Research Council, 2010).

Mas introduzir uma abordagem STEM no sistema educacional pode ser complicado. Reestruturar um sistema educacional com uma estrutura segregada e disciplinar há muito estabelecida para um sistema multidisciplinar onde desaparecem as barreiras físicas das salas de aula disciplinares, acarreta alterações profundas nos currículos e nas aulas, para além disso requer muitas vezes um investimento em materiais e equipamentos (Nadelson & Seifert, 2017).

Mas afinal o que é a STEM? Numa resposta muito livre (desenvolveremos no capítulo 2) é aprender a pensar fora da caixa, numa perspetiva multidisciplinar a resolução de problemas de um mundo em constante transformação e cada vez mais mediático e tecnológico. Acontece que, apesar de atualmente o ensino formal já não estar confinado a programas, mas sim na realização de um currículo integrador, ainda estamos muito longe da abordagem STEM, pelo que o ensino carece de uma mudança de orientação considerando-se o risco de caminharmos para o desenvolvimento de “práticas estabilizadas de educação inadequadas aos objetivos desejáveis, pouco flexíveis e não articulados com os resultados dos estudos realizados do lado do trabalho, do emprego e da educação (Galvão et al, 2006, p. 54).

Mas como é que uma abordagem STEM influencia a motivação dos alunos, as suas estruturas cognitivas e aprendizagens? A aprendizagem STEM é a aquisição de conhecimentos e habilidades através de experiências, observadas através de múltiplas lentes, permitindo uma análise mais abrangente e a transversalidade nas disciplinas STEM, como um todo (Lamb et al., 2015). Se existe uma abordagem mais prática, os alunos mostram mais interesse. Tendo uma participação mais ativa não só aumenta o gosto pela ciência como existe um aumento na colaboração entre pares e por conseguinte desenvolve competências sociais. E é neste ponto que

surge o nosso problema: “Como é que uma abordagem STEM, sobre peso e massa, influencia a motivação dos alunos, as suas estruturas cognitivas e aprendizagens?”

Com este problema em mente pretendeu-se realizar uma investigação introduzindo atividades de investigação de engenharia reversa no estudo do peso e massa, conteúdos lecionados no programa de Ciências Físico – Químicas de sétimo ano. Pretendo saber de que forma uma abordagem STEM influencia a motivação e o interesse pelas áreas das STEM, assim como influencia a aprendizagem dos alunos a partir das estruturas cognitivas iniciais sobre peso e massa. Desta problematização surgem três questões de investigação:

- Qual a motivação e o interesse pelas áreas STEM e como evoluem após o desenvolvimento da abordagem STEM?
- Quais são as estruturas cognitivas sobre os conceitos de peso e massa, antes do desenvolvimento da abordagem STEM?
- Quais as dificuldades que os alunos sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM?

Este estudo insere-se num projeto mais amplo – GoSTEM – financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/CED-EDG/31480/2017).

Motivações Pessoais e a Pandemia

No momento em que me proponho a realizar este estudo tenho um quarto de século como professor de ciências físico – químicas e já atravessei, como milhares de colegas meus, diversos paradigmas educacionais, incontáveis opiniões, múltiplas estratégias pedagógicas e nas sábias palavras de uma colega minha: “se funciona é pedagógico”. Mas no final da jornada diária ficava sempre aquele sentimento de que poderia ser feito de maneira diferente. Talvez por isso desde cedo procurei “conhecimento” que me pudesse proporcionar a capacidade de “fazer ir mais além” os meus alunos e colegas. Realizei três cursos de especialização, tornei-me formador credenciado de professores pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua (C.C.P.F.C.) e cheguei ao ponto de me confundirem muitas vezes como professor de Matemática ou TIC, isto porque, quando apresento um problema aos meus alunos procuro instigar neles uma resolução para além da minha sala de aula, apresentando diversos caminhos que se cruzam para alcançar um mesmo fim.

Considerando estes pressupostos não foi de estranhar o meu imediato interesse nesta nova temática que me apresentavam, indo de encontro aos meus interesses de investigação. Seria uma abordagem STEM capaz de influenciar a motivação e os interesses dos alunos contribuindo para

uma melhoria das suas aprendizagens e ao mesmo tempo desenvolver uma apetência natural pela literacia científica?

O ano de aplicação do meu estudo seria o sétimo ano, incluindo todas as turmas do sétimo ano do meu agrupamento, ditas “regulares”, completamente novas para mim e um professor novo para eles. Munido de um plano, carregado de expectativas e muita curiosidade coloquei em execução a minha investigação até que... acontece o que não seria expectável acontecer. Surge um fenómeno pandémico a nível mundial que nos obriga ao recolhimento e afastamento social. Professores e alunos são enviados para casa e passamos a ter aulas não-presenciais e um conjunto de novas práticas e novos vocábulos vieram para fazerem parte do léxico de todos. Perante esta situação e recusando aceitar a amputação do meu estudo o presente relatório é a síntese de uma adaptação “forçada” do plano de investigação, como todas as adaptações forçadas de muitos indivíduos, mas realizado com a mesma energia e entusiasmo inicial, adaptando apenas esse entusiasmo a uma nova situação imprevista e incontroável.

Organização do estudo

O presente estudo encontra-se organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo - Introdução, faz-se uma introdução à proposta de investigação, fazendo-se um pequeno sobrevoo temático, apresentam-se razões pessoais e profissionais que justificam o empreendimento investigativo e apresentam-se as divisões organizacionais do presente relatório.

O segundo capítulo – Enquadramento Teórico, é destinado à revisão de literatura que serve de enquadramento ao dispositivo montado para a realização desta investigação. Realiza-se uma revisão cronológica dos acontecimentos/factos associados à temática das STEM, sua identificação, potencialidades e estudos sobre a educação STEM.

No terceiro capítulo - A Proposta Didática (e a pandemia), é feito o enquadramento curricular do tema, peso e massa, que fazem parte do currículo nacional de sétimo ano, e a descrição cronológica da atividade de suporte ao nosso estudo. Neste capítulo é ainda feita referência ao suporte metodológico da nossa atividade prática, segundo o artigo de Thibaut et al. (2018).

No quarto capítulo – Metodologia, caracterizam-se os participantes no estudo, apresenta-se o método de investigação e seguindo uma orientação interpretativa revela-se os instrumentos de recolha de dados mobilizados: Questionário; WAT (Word Association Test); Documentos escritos e Entrevistas. Faz-se a análise dos dados recolhidos, objetos de um processo de categorização e classificação, transformando-se progressivamente os dados recolhidos em elementos construtivos de um novo texto. O tipo de estudo que pretendemos desenvolver

enquadra-se no estudo naturalista, considerando que este assenta numa realidade concreta, presente, em que o investigador é contemporâneo dos fenómenos que pretende analisar e os dados recolhidos ocorrem nos comportamentos naturais dos indivíduos (Bogdan & Biklen, 1994).

No quinto capítulo, procede-se à apresentação de resultados organizados de acordo com as questões de investigação e no sexto capítulo, fazemos a discussão de resultados, conclusões e reflexão final.

“Por fim, o investigador enuncia conclusões decorrentes dos resultados obtidos e faz realçar implicações para a teoria, a investigação e a prática” (Fortin, 2003, p. 337).

Capítulo II

Enquadramento Teórico

O que é a STEM e a integração STEM?

“Não se pode ensinar tudo a alguém, pode-se apenas ajudá-lo a encontrar por si mesmo o caminho.”

Galileu Galilei⁵ (1564 - 1642)

Estamos a viver um momento de grandes e profundas mudanças na nossa forma de estar e pensar perante os outros e principalmente perante o mundo. Caminhamos para um novo formato de sociedade, cada vez mais tecnológica, interativa e multidisciplinar. Trata-se de um modelo social que exigirá, cada vez mais, um indivíduo preparado para lidar com novas formas de realizar tarefas, de lidar com problemas e com relacionamentos interpessoais. O *STEM Education*, (ou educação STEM, em português) tem surgido como um movimento a partir da transformação de sistemas educacionais e que procura dar resposta às demandas do novo mundo. Nos Estados Unidos foi rapidamente se tornado popular por trazer consigo características de uma época marcada pela revolução tecnológica e pela busca por inovação nos modelos educacionais. A educação STEM não é exatamente uma metodologia, mas sim um movimento, pelo qual muitos sistemas educacionais têm passado⁶.

STEM é um movimento, uma tendência. Isso porque faz parte de um contexto mais amplo de políticas educacionais, de uma conceção de escola e educação. Quando se fala em metodologia, no sentido popular da palavra, a expectativa é de que haja um método STEM que pode ser literalmente aplicado. Na verdade, isso não existe, pois se trata de um pensamento, um conjunto de ideias que carrega uma conceção de escola, de aprendizagem e de currículo. (Pugliese. 2019).

⁵ Galileu Galilei (15 de fevereiro de 1564 — 8 de janeiro de 1642) foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo florentino que teve um papel importante na Revolução Científica.

⁶ Retirado de “STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo” - <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/> (retirado em 13 de agosto 2020)

Podemos afirmar que o STEM como movimento já existe há muito tempo, pelo menos desde a guerra fria, e tinha como sentido providenciar a formação de mão-de-obra especializada em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), e que tenham a capacidade de pensar “fora da caixa”, possam criar novas e criativas soluções (Rahm & Moore, 2016). Este “movimento” foi incorporado pelos americanos e rapidamente se espalhou pelo mundo, tornando-se uma prioridade educativa (Struyf et al., 2019), pois a finalidade era criar capital humano capaz de corresponder às necessidades económicas e enfrentar os desafios do futuro. Neste ponto devemos fazer referência a outros países, como a Coreia do Sul, país pobre que a partir dos anos 70 identificou a necessidade de investir na educação em áreas estratégicas e tornou-se atualmente uma potência mundial na área tecnológica, mas a necessidade de criar um modelo de ensino mais dinâmico começou efetivamente nos Estados Unidos.

A educação STEM começou nos Estados Unidos como movimento pedagógico, no sentido de políticas educativas com o objetivo de captar os jovens para o estudo destas áreas científicas de forma a dar resposta às necessidades do país (Tan et al., 2013) mas rapidamente passou para outros países. O conceito de escolas STEM já remontam ao início do Séc. XX e aos anos 60, durante a administração Johnson com a corrida espacial entre Estados Unidos e União Soviética, no entanto, foi apenas nos últimos 25 anos que se assistiu a um aumento acentuado no número de escolas (Eisenhart et al, 2015; Rahm & Moore, 2016). Foi no final do Séc. XX, nos Estados Unidos, que a National Science Foundation utiliza o acrónimo STEM para identificar as áreas do conhecimento a priorizar no financiamento (Oliveira & Queiroz, 2018), como forma de acompanhar as necessidades dos sectores que mais cresciam na economia. Mas só tomou mais força quando o governo de Obama apresentou medidas de apoio ao currículo STEM como incentivo aos alunos americanos para seguirem carreiras nessas áreas⁷. Este movimento, como educação, começou nos Estados Unidos no início dos anos 2000 com a realidade das notas alcançados pelos alunos americanos serem menores relativamente a outros países⁸. Este facto colocaria o país em desvantagem competitiva, por ter uma força de trabalho menos preparada em áreas essenciais da economia. Assim, a preocupação com o mau desempenho dos alunos levou a considerar gradualmente a educação STEM uma prioridade no país.

A necessidade da representação de diversas minorias étnicas nas áreas da tecnologia, engenharia e matemática (STEM) é uma preocupação constante nos Estados Unidos. Além disso, a literatura tem evidenciado vantagens salariais significativas para aqueles que estudam nas áreas

⁷ <https://azeheb.com.br/blog/o-que-e-educacao-stem/>

⁸ Relatório *Rising Above the Gathering Storm*, publicado em 2005 pela Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos

STEM à medida que transitam para o mercado de trabalho (Melguizo & Wolniak, 2012; Xu, 2013, citado por Dika & D'Amico, 2015). Ainda na literatura, Xu (2013) citado por Dika & D'Amico, (2015) descobriu que os formados em STEM tinham maior probabilidade em ter um emprego alinhado com o curso da faculdade do que aqueles que saíam de programas não STEM e geralmente ganham mais, mantêm o emprego e alcançam maiores níveis de satisfação.

Nos últimos anos, foi enfatizada a importância de proporcionar aos alunos uma forte educação em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) (Thibaut et al., 2018).

Os problemas do mundo real não são fragmentados em disciplinas isoladas à medida que são ensinados nas escolas e, para resolver esses problemas, as pessoas precisam de habilidades que sejam transversais às disciplinas (Beane, 1995; Czerniak et al., 1999 citado por Thibaut et al., 2018).

Uma abordagem potencial a este problema seria a utilização de um currículo integrado STEM que proporciona oportunidades para "experiências mais relevantes, menos fragmentadas e mais estimulantes para os alunos" (Furner e Kumar, 2007, p.186 citado por Thibaut et al., 2018). Segundo a literatura os alunos que seguem um currículo integrado têm um desempenho tão bom ou até melhor do que os seus colegas, no ensino tradicional, com disciplinas e conteúdos segregados. Um indivíduo que pode realizar uma aprendizagem significativa adquire redes de conhecimento mais complexas na sua estrutura cognitiva e a sua integração é realizada mais facilmente devido ao aumento das conexões entre os conceitos (Bahar et al., 2006 citado por Özarlan, & Çetin, 2007). Os fatores como o conhecimento prévio, a forma como o conhecimento prévio é construído, a percepção e as experiências dos indivíduos e, também os seus pensamentos e a sua interação com o ambiente, assumem um papel ativo na construção de novos conhecimentos (Kılıç, 2001; Demirbaş & Ertuğrul, 2014; Durmuş, 2001; Stears & Gopal, 2010; Şimşek, 2004 citado por Özarlan, & Çetin, 2007). Também Struyf, et al. (2019) referem que ambientes de aprendizagem centrados no aluno são inspirados pela teoria de aprendizagem construtivista, isto é, a aprendizagem é um processo ativo de construção de conhecimento. Os alunos constroem significados para si mesmos, com base em construções anteriores.

É correntemente aceite em psicologia cognitiva e educação que as concepções dos alunos são estruturadas e atuam como um constructo para descrever a organização hipotética das concepções dos alunos na memória. O conhecimento estrutural de um conhecimento é a estrutura cognitiva específica desse conteúdo (Liu & Ebenezer, 2002).

Esta abordagem inovadora, STEM, veio ao encontro da revolução tecnológica e da era da informação. Quatro disciplinas (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) que integradas numa abordagem interdisciplinar inovadora deram origem a uma proposta educacional contrária ao paradigma do modelo tradicional. Em vez de cada disciplina ser ensinada de modo separado, há uma integração dos conteúdos entre si e com o “mundo real”, tornando-se o processo de aprendizagem, mais prático e dinâmico, despertando o interesse e o protagonismo dos alunos.

A educação STEM diferencia-se dos demais modelos educativos, na integração entre matérias (os conhecimentos são integrados na mesma atividade em vez de serem tratados separadamente) e envolve tarefas de projeto onde os alunos são protagonistas ativos em vez de aulas expositivas, onde são meramente observadores passivos. O aluno na educação STEM envolve-se no desafio que tem à sua frente, promove o seu interesse pelo estudo e leva-o a desenvolver uma grande capacidade em estabelecer ligações entre o que aprende na escola e o mundo real, tornando a aprendizagem mais significativa para ele. Estas ligações vão promover a formação de uma mão-de-obra mais especializada e mais capacitada para enfrentar os desafios da nova era tecnológica e de informação. Este estímulo também pode ser uma maneira de promover a igualdade de oportunidades entre os diversos estratos da população⁹. Pode ser analisada sob a perspetiva de promover a igualdade de oportunidades e um incentivo a melhorar a representatividade de género e minorias diversas. Nos estados Unidos, um dos aspetos fundamentais da implementação deste movimento é melhorar a educação e os resultados escolares dos estudantes de cidades com populações de baixos rendimentos e minorias, como forma de aumentar as oportunidades de sucesso, em grupos historicamente desprovidos de privilégios (Eisenhart et al, 2015; Dika & D’Amico, 2015).

Pelo seu lado, a educação formal, tradicionalmente designado por sistema educativo, desenvolve-se na sala de aula e caracteriza-se por ser estruturado, com separação de conteúdos por disciplinas, onde o aluno segue um programa pré-determinado, semelhante ao dos outros alunos da instituição (Chagas, 1993). Aqui o professor é o principal agente do processo de ensino-aprendizagem e o aluno um mero observador passivo. A separação das disciplinas leva a que o conhecimento seja espartilhado numa prática exclusiva de cada disciplina, onde os problemas e atividades associadas a cada disciplina têm respostas únicas, tipificadas por instrução direta do professor e dos manuais (Nadelson & Seifert, 2017). O seu funcionamento é dependente de orientações europeias e normativos nacionais que tem consequências no funcionamento das escolas e no trabalho dos professores. Apesar de atualmente no ensino básico, o ensino formal já não estar confinado a programas e áreas disciplinares como outrora, mas sim na “conceção de um

⁹ <https://fia.com.br/blog/educacao-stem/>

currículo integrador, que agregue todas as atividades e projetos da escola, assumindo-os como fonte de aprendizagem e de desenvolvimento de competências pelos alunos (...) e na (...) assunção da importância da natureza transdisciplinar das aprendizagens” (alíneas m) e k), do ponto 1, artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho), ainda esta muito longe da filosofia da educação STEM, onde prevalece a experimentação e a integração curricular das disciplinas num modelo transdisciplinar. Acrescente-se a isto que a esmagadora maioria dos professores foram formados num modelo que não corresponde às novas solicitações.

No ensino STEM os conhecimentos da Física estão integrados com as outras disciplinas na mesma atividade. No ensino formal, a Física continua a utilizar atividades experimentais que são utilizadas como estratégias metodológicas que seguem o processo tradicional de ensino-aprendizagem. Os manuais escolares apoiam este processo, com orientações do tipo livro de receitas e a “grande maioria dos professores tende a utilizar os manuais escolares na sua ação docente e daí a sua grande permeabilidade às orientações feitas por estes” (Galvão et al, 2017, p. 89). Os professores revelam uma preocupação particular na realização das atividades experimentais, pois, regra geral, os alunos não gostam da disciplina, mas gostam de realizar as atividades experimentais. Tal como verificaram Galvão et al. (2017, p. 88) “os objetivos pedagógicos que levam os professores a escolher as atividades práticas são essencialmente aspetos lúdicos, i.e., porque os alunos gostam, acham divertido e engraçado e porque ficam motivados.” Aqui, a experimentação funciona como função motivadora e a motivação é um pilar importante no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Araújo e Adib (2003) “o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.” As atividades experimentais funcionam mais como uma ferramenta escolhida pelo professor para o aluno consolidar os conhecimentos trabalhados na sala de aula e não como um desafio (na prática STEAM), onde o aluno faça a integração curricular de diferentes conhecimentos. Mas a experiência enquanto novidade para o aluno, capta a atenção do aluno, mas rapidamente a sua motivação desvanece e talvez isso justifique o declínio da motivação dos alunos para aprender Física, estudar Ciências.

“Socorrem-se de um modelo fechado e muito centrado em si, não facilitando o questionamento, a análise de crenças e a reorientação de perspetivas” (Galvão et al, 2017, p. 88).

Ainda segundo os mesmos autores (Galvão et al, 2017) “a desmotivação pode ser o primeiro passo para o abandono do gosto pela aprendizagem das ciências e por enveredar por carreiras científicas. Do mesmo modo pode ficar comprometida a compreensão do aluno sobre o mundo ou a ação do aluno-cidadão sobre esse mundo.”

Por outro lado, a experimentação na abordagem STEM é associado ao facto de as atividades serem baseadas na resolução de problemas, realização de projetos ou tarefas, incentivando os alunos a procurarem um caminho, ao contrário de seguirem um caminho pré-estabelecido e determinado pelo professor (Nadelson & Seifert, 2017).

A educação em STEM tem sido definida de várias maneiras, desde as abordagens disciplinares a transdisciplinares e reconhecendo a falta de acordo numa definição o Departamento de Educação da Califórnia apresentou uma definição suficientemente abrangente (English, 2016), a saber:

“Por meio da educação STEM, os alunos aprendem a tornarem-se solucionadores de problemas, inovadores, criadores, colaboradores e passam a integrar o corpo de engenheiros, cientistas e inovadores tão essenciais para o futuro da Califórnia e do país” (Departamento de Educação da Califórnia, 2014).

Segundo Lamb et al. (2015) embora exista uma clara definição de aprendizagem, a definição de aprendizagem STEM não é tão clara pois é uma ampla área que abrange muitas disciplinas e práticas epistemológicas, e como tal, a definição de aprendizagem STEM ainda não está bem desenvolvida e continua aberta ao debate. Contribuindo para esse debate Lamb et al (2015) no artigo de pesquisa intitulado “Development of a Cognition-Priming Model Describing Learning in a STEM Classroom”, publicado no Journal of Research in Science Teaching, apresentam uma definição de aprendizagem STEM, a saber:

“A aprendizagem STEM é a aquisição de conhecimentos e competências através da experiência e estudo integrados através de múltiplas lentes, permitindo a apreciação da complexidade abrangente e ideias transversais em todas as disciplinas STEM como um todo.”

Na aprendizagem STEM temos o reconhecimento da grande interdependência e integração das disciplinas e das suas práticas epistemológicas (Lamb et al., 2015). A integração das disciplinas que constituem o acrónimo ocorre na medida em que os conteúdos são considerados

de forma simultânea, sem considerar separadamente cada disciplina, no contexto de resolução de um problema, realização de um projeto ou tarefa.

Segundo English (2016), uma das questões problemáticas para investigadores e construtores de currículos reside nas diferentes interpretações da educação STEM e integração STEM, pois em diversos artigos a educação STEM foi definida de várias maneiras, desde abordagens disciplinares a transdisciplinares. Para Nadelson e Seifert (2017) a definição de integração STEM permaneceu indefinida por muitas razões. Essas razões incluem a necessidade de flexibilidade na definição, contextos variados e o desejo de incluir uma série de condições aplicáveis:

“No entanto, afirmamos que existem alguns atributos e processos que podem ser indicadores de integração STEM e são reflexos da era da síntese¹⁰” (Nadelson & Seifert, 2017, p. 221)

No início da década de 10, um grupo de especialistas sobre os auspícios da Academia Nacional de Engenharia (NAE) e do Conselho de Educação Científica do Conselho Nacional de Pesquisa (NRC), norte-americana, procuraram no desenvolvimento das suas atividades atribuir uma definição precisa à educação integrada STEM. Esta tarefa provou ser um desafio devido às diversas maneiras como a integração poder ocorrer. Segundo o relatório deste grupo de especialistas (National Academy of Engineering e National Research Council, 2014, p. 23) a integração “pode incluir combinações diferentes das disciplinas STEM, enfatizar uma disciplina mais que outra, ser apresentada em um ambiente formal ou informal e envolver uma série de estratégias pedagógicas.” Ainda segundo este grupo de especialistas o termo integrado é usado vulgarmente e não é diferenciado de outros termos relacionados, tais como conectado, unificado, interdisciplinar, multidisciplinar ou transdisciplinar. Segundo Uzzo (2018) o termo integração STEM tem surgido de várias formas ao longo das décadas, em vários meios, resultado da necessidade do “desenvolvimento de experiências educacionais autênticas que se alinhem melhor

¹⁰ Ao entramos no séc. 21, estamos nos estágios iniciais de uma nova era de síntese, filosófica e tecnologicamente (...) Síntese é uma forma de pensar e fazer, de fornecer uma visão, na qual uma ideia ou uma coisa, imaginada ou real, é vista como um todo coerente; muitas vezes consistindo de partes, a partir das quais o pensamento pode ser desenvolvido, a ação pode ser rejeitada ou tomada, e a coisa feita, montada ou construída; seja como uma nova criação ou atividade ou como uma duplicata ou substituta de substâncias conhecidas. The Age of Synthesis by Dr. Carl W. Hall, Ohio Gamma '48, P.E. Disponível em: <https://www.tbp.org/pubs/Features/Su97Hall.pdf>, (retirado em 15 de agosto 2020)

com a interação entre ciência, tecnologia, engenharia e matemática na prática real” (Uzzo, 2018, p. 196).

Definir a educação integrada STEM é ainda mais complicado, pois “as conexões podem ser refletidas em mais de um nível ao mesmo tempo: no pensamento ou no comportamento do aluno, nas instruções do professor, no currículo, entre e no meio dos próprios professores ou em unidades maiores do sistema educacional, como a organização de uma escola inteira”. (National Academy of Engineering e National Research Council, 2014, p. 23)

Para Uzzo (2018), de acordo com o relatório do grupo de especialistas (National Academy of Engineering e National Research Council, 2014) este esforço tem sido limitado por vários fatores: pela estrutura dos sistemas acadêmicos, pela implementação da prática de ensino e pelas abordagens utilizadas para estudar, validar e quantificar as aprendizagens. Apesar destas dificuldades existe interesse em solucionar estas questões, por várias razões: a) a distância entre a prática e a aprendizagem tem vindo a aumentar, b) novos padrões das disciplinas STEM exigem uma atenção às competências, conhecimentos e métodos abordados pela integração STEM e c) uma maior compreensão da mente humana e da forma como a aprendizagem se realiza estão a levar a incompatibilidades no modo como a aprendizagem acontece e as abordagens tradicionais de educação (Uzzo, 2018, p. 197).

Tal como já foi referido, no início deste capítulo, vivemos numa época de transição onde é necessário, segundo Nadelson e Seifert (2017, p. 221), “novos domínios de especialização (...) preparando-se novas carreiras transdisciplinares, fundindo-se disciplinas tradicionais para melhor atender às necessidades dos cidadãos no século XXI.” Estes autores consideraram que o futuro da integração STEM na sociedade depende da forma como ensinamos e é feita a aprendizagem desta área emergente do ensino STEM. Afirmam ainda que existem alguns atributos e processos que podem ser indicadores da integração STEM. Envolvem condições que requerem a aplicação de conhecimentos e práticas de várias disciplinas STEM como forma de aprendizagem e de resolução de problemas transdisciplinares. Nadelson e Seifert (2017, p. 221) definem a integração STEM “como a fusão perfeita de conteúdos e conceitos das várias disciplinas”, onde o conhecimento e os procedimentos das disciplinas STEM são considerados simultaneamente, ao nível de projeto, com um pensamento de ordem superior.

Moore et al. (2015) referem que internacionalmente, estamos assistindo ao pedido de integração da engenharia nas salas de aula, currículos e padrões integrados STEM. O processo mental usado na engenharia é composto pelo desenvolvimento de atividades de projeto e hábitos mentais de engenharia que incluem o pensamento sistêmico, a criatividade, o otimismo, a colaboração, comunicação e atenção a considerações éticas (NRC, 2009, citado por Moore et al, 2015).

A chamada “Integração STEM” reconhece a “interação entre ciência e engenharia, o papel da tecnologia nos processos de investigação científica, nos projetos de engenharia e nas ferramentas e processos que a matemática agrega à ciência e à engenharia” (Uzzo, 2018, p. 196). Embora Coffey e Alberts (2013), citados por Moore et al (2015), defendam que integrar a engenharia na educação das ciências implica que mais conteúdo tem de ser lecionado desnecessariamente, esta posição não é consensual. Diversos autores defendem que esta integração é benéfica e que vale a pena equilibrar o conhecimento científico com o conhecimento proveniente de um ensino integrado. Outros autores referem que a própria natureza da Engenharia fornece aos alunos uma abordagem sistemática para resolver problemas que muitas vezes ocorrem naturalmente na área das disciplinas STEM. Segundo Frykholm e Glasson (2005) e Barnett e Hodson (2001) citados por Kelley e Knowles (2016), o projeto de engenharia oferece a oportunidade de localizar as interseções e construir conexões entre as disciplinas STEM, que foram identificadas como a chave para a integração das disciplinas. Moore et al. (2015) num artigo de pesquisa publicado no “Journal of Research in Science Teaching” referem que a inclusão da engenharia nas salas de aula podia levar a um melhor desempenho nas Ciências e na Matemática, a um aumento da literacia tecnológica, a uma melhoria nos níveis de compreensão e aplicação de conhecimentos e a um melhor entendimento do trabalho desempenhado por um engenheiro. Outros benefícios seria um aumento do interesse nas disciplinas e nas carreiras na área das STEM (Moore et al, 2015).

“Recentemente, muitos documentos políticos argumentaram que a economia dos EUA precisa de mais profissionais de engenharia e STEM, especialmente provenientes das populações sub-representadas, se quisermos permanecer competitivos.” (Moore et al, 2015, p. 298).

Procurando responder às novas necessidades criadas pela revolução tecnológica e pela era da informação, as grandes empresas, e por contágio as que as seguem, procuram-se reinventar. Os ambientes tradicionais de trabalho, grandes espaços com cubículos e mesas alinhadas, estão em vias de extinção nas grandes empresas que os procuram substituir por ambientes mais propícios à criatividade e ao trabalho em equipa. Apesar de à primeira vista as competências socio-emocionais e pessoais não parecerem fazer parte das competências STEM, estas também estão presentes na educação STEM quando falamos na capacidade de comunicação, colaboração, trabalho em equipa, criatividade, autonomia, responsabilidade, ética, confiança, entre outras competências socio-emocionais e pessoais.

O desenvolvimento das competências STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) é um dos objetivos fundamentais da agenda educativa não só da União Europeia, mas também de vários organismos internacionais e países como os EUA. (Fundación Telefónica, 2014)

A preocupação em desenvolver modelos de aprendizagens centradas no aluno tem sido a preocupação geral nos países da comunidade europeia, assim como em Portugal, com a implementação do Decreto-Lei n.º 55/2018 que introduz a flexibilidade curricular, do Decreto-Lei n.º 54/2018 que estabelece o regime jurídico da educação inclusiva e da Portaria n.º 181/2019 que regulamenta o funcionamento dos planos de inovação. Considerando as atuais sociedades e o que se perspetiva no futuro, capacitar o aluno para o tornar ativo e autónomo no seu processo de aprendizagem faz todo o sentido para as tutelas nacionais. Segundo Galvão et al. (2017) um currículo gerido na direção do desenvolvimento do raciocínio dos alunos, da colaboração na tomada de decisões perante situações problemáticas complexas, ajudará não só a criar melhores cidadãos, porque conscientes da sua ação no mundo, como permitirão perceber que o currículo não é um amontoado de conteúdos que é preciso decorar.

“A urgência global para melhorar a educação STEM pode ser impulsionada pelos impactos ambientais e sociais do século XXI que, por sua vez, colocam em risco a segurança global e a estabilidade económica. (Kelley and Knowles,” 2016, p. 1)

De acordo com o EU Skills Panorama (2015) prevê-se que a procura pelas competências, habilidades STEM aumente no médio e curto prazo e apesar do número de alunos formados nas STEM esteja a aumentar, os empregadores relatam que não estão prontos para o trabalho pois não possuem as competências certas, especialmente as competências pessoais.

As competências STEM são, a saber:

As que incluem numeracia e capacidade de gerar, entender e analisar dados empíricos, incluindo análise crítica; uma compreensão dos princípios científicos e matemáticos; a capacidade de aplicar uma avaliação sistemática e crítica de problemas complexos, com ênfase em resolvê-los e aplicar o conhecimento teórico do assunto a problemas práticos; a capacidade de comunicar questões científicas às partes interessadas e outras pessoas; engenhosidade, raciocínio lógico e inteligência prática. (EU Skills Panorama, 2015)

Segundo Thibaut et al. (2018), a escassez em profissionais formados em Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) levou a inúmeras tentativas de aumentar o interesse e a motivação dos alunos pelas STEM, sendo a mais emergente a educação integrada STEM. E apesar potenciais benefícios e do maior enfoque na educação integrada STEM, a implementação desta nova estratégia educacional enfrenta vários desafios: a implementação de uma abordagem integrada STEM num sistema educacional que tem uma estrutura segregada e disciplinar com vários anos de tradição requer uma profunda reestruturação do currículo, das aulas e da própria organização do edifício (Nadelson & Seifert, 2017); esta nova estratégia educacional implica em muito casos vários materiais e recursos para os alunos, como ferramentas de construção, materiais eletrônicos e outros materiais usados em design (Stohlmann et al., 2012 citado por Thibaut et al., 2018). Ou seja criar uma nova cultura escolar e um ambiente que apoie uma abordagem integrada STEM para o ensino, pode ser caro e demorado (Hardy, 2001 citado por Thibaut et al., 2018; Nadelson & Seifert, 2017).

Para além destas dificuldades também acresce que para implementar de forma eficaz a integração STEM, o professor tem de reconhecer o mérito na mudança, ter um elevado nível de proficiência nos conteúdos que ensina de ciências, tecnologia, engenharia e matemática e, ter um conhecimento pedagógico especializado de como ensinar conteúdo STEM aos alunos (Thibaut et al., 2018). Outro “grande desafio para a implementação da educação STEM integrada é a falta de consenso sobre como o ensino e a aprendizagem STEM integrados devem ser feitos” (Thibaut et al., 2018, p. 2).

A necessidade de formar capital humano qualificado nas áreas STEM tornou-se importante para os países permanecerem economicamente competitivos e poderem responder aos desafios globais mas para além dos profissionais qualificados também é necessário que todos os cidadãos possuam uma literacia STEM que lhes forneça capacidades e competências para aprenderem e para lidar com o dia-a-dia, cada vez mais dependente da tecnologia e da informação (Thibaut et al., 2018). Os cidadãos do futuro terão de aprender a comunicar ideias, trabalhar em equipa, serem autónomos, criativos e socialmente responsáveis. Segundo Struyf et al (2019) como envolver os alunos no STEM é uma necessidade urgente da sociedade.

Alguns estudos envolvendo alunos na área das STEM

Struyf et al. (2019) apresentam-nos um estudo realizado dentro do projeto de pesquisa e desenvolvimento STEM @ School (Knipprath et al., 2018 citado por Struyf et al.2019) e cujo objetivo geral era aumentar o desempenho, a motivação e o envolvimento dos alunos em relação

as STEM. Assim, este estudo é sobre a importância de uma abordagem integrada STEM nos ambientes de aprendizagem. O objetivo deste estudo, em particular, foi investigar como o envolvimento dos alunos do equivalente ao 9.º ano, ocorre em diferentes ambientes de aprendizagem STEM, isto é, presumiam que a abordagem iSTEM, na realidade, nem sempre era implementada de uma maneira totalmente centrada no aluno. Para além de revelarem a importância de tornar o aluno o foco do processo de aprendizagem e não o professor, como nos métodos ditos tradicionais, também chama a atenção para a importância relativa de diversos planos e procedimentos centrados no aluno, como por exemplo a elaboração e concretização dos planos de aula, a comunicação dentro da sala de aula e as relações professor-aluno, têm no envolvimento dos alunos num ambiente de aprendizagem STEM. Aplicando uma abordagem de método misto, foram recolhidos dados na observação de 24 aulas STEM e na realização de sete entrevistas em focus group. Foi possível verificar que um ambiente de aprendizagem onde se aplica uma abordagem iSTEM e onde o foco é mais centrado no aluno, pode desempenhar um papel importante na promoção do envolvimento coletivo dos alunos na sala de aula. Os alunos expressam mais envolvimento comportamental e emocional em ambiente STEM, especialmente em ambientes mais centrados no aluno. Isto está de acordo com estudos anteriores, que descobriram que os alunos estão mais envolvidos em ambientes de aprendizagem STEM, centrados nos alunos (por exemplo, Gasiewski et al., 2012; Hampden-Thompson & Bennett, 2013; Wu & Huang, 2007 citados por Struyf et al, 2019).

Como referem ainda Struyf et al. (2019), “a principal descoberta é que, a aplicação de uma abordagem integrada STEM (iSTEM) é uma boa prática para promover o envolvimento dos alunos num ambiente de aprendizagem STEM, pois facilita a implementação por parte dos professores de uma abordagem geral, centrada no aluno.

Dika e D’Amico (2015) apresentam um estudo cujo objetivo é entender como diferentes fatores pré-universitários e experiências iniciais na faculdade, explicam a persistência entre os alunos FGCS¹¹ de uma universidade urbana, com uma elevada percentagem de alunos FGCS, com base na especialização em diferentes cursos - PEMC¹²-STEM, outro STEM e não STEM. Neste

¹¹ FGCS - (first-generation college students) - Estudantes universitários de primeira geração (FGCSs), que são mais propensos a serem membros de um grupo de minoria racial ou étnica e a serem alunos transferidos de outras instituições. Embora os FGCSs sejam frequentemente considerados um subgrupo, eles abrangem pelo menos 25% da população universitária nos Estados Unidos (Engle & Tinto, 2008 citado por Dika & D’Amico, 2015) e estão em proporções maiores, em muitas instituições públicas regionais de 4 anos. No presente estudo, os FGCS são alunos caloiros de primeiro ano, alunos do primeiro ano não caloiros e alunos transferidos recém-admitidos.

¹² PEMC – (physical sciences, engineering, math, and computer sciences) - Ciências Físicas, Engenharia, Matemática e Ciências de Computação.

estudo, os autores fazem uma abordagem crítica quantitativa e utilizam métodos de regressão logística para conduzir um estudo de quatro anos em que acompanham estudantes universitários de primeira geração (FGCS) numa instituição pública urbana, situada no Sudeste dos Estados Unidos, com uma população universitária de mais de 20.000 alunos. A fonte primária de recolha de dados foi um instrumento de pesquisa, desenvolvido pela instituição com base em modelos de persistência universitária, que recolhe informação sobre os alunos nos domínios da preparação académica, expectativas sobre o desempenho e padrões de envolvimento a meio do semestre de aulas, após a entrada na faculdade. As primeiras experiências e perceções combinadas com os dados da inscrição dos registos institucionais constituíram um banco de dados, mais abrangente, para permitir a análise da persistência do aluno na faculdade até o terceiro semestre.

A análise dos dados permitiu concluir: que em primeiro lugar as notas importam para prever a probabilidade de os alunos continuarem no segundo da faculdade, nas duas subcategorias STEM; em segundo lugar poderá ser pertinente, as instituições fornecerem apoio académico para garantir um precoce desempenho académico nos alunos de primeiro ano e os transferidos para continuarem os seus estudos.

Neste artigo ainda é possível saber que, Xu (2013), citado por Dika e D'Amico (2015), descobriu que os formados em STEM tinham maior probabilidade em ter um emprego alinhado com o curso da faculdade do que aqueles que saíam de programas não STEM e geralmente ganham mais, mantêm o emprego e alcançam maiores níveis de satisfação.

Eisenhart et al. (2015) apresentam um estudo de caso etnográfico comparativo, realizado durante um período de três anos (2010 – 2013) em oito escolas secundárias urbanas situadas em duas cidades norte-americanas, Denver (quatro escolas) e Buffalo (quatro escolas). Pretendia-se examinar e comparar as escolas com estruturas STEM em contextos sociais desfavorecidos; determinar de que forma alunos, pais, professores, diretores e orientadores escolares mobilizam essa estrutura curricular em prol do sucesso académico dos alunos e especialmente os de alto desempenho escolar; descobrir quais as possibilidades para melhorar a educação STEM e os resultados nesses contextos e por fim conhecer quaisquer diferenças entre escolas secundárias ditas “tradicionais” e as escolas com enfoco nas STEM, com populações semelhantes na mesma cidade. Os dados recolhidos foram compostos por documentos escolares e entrevistas abertas a alunos, professores e o diretor da escola. Os documentos recolhidos foram e analisados foram, ofertas de cursos, pré-requisitos, documentos publicados do 9.º ao 12.º ano, informações históricas e relatos da média sobre as escolas. As entrevistas demoravam habitualmente 60 minutos e focavam-se nas visões da escola e dos alunos, nas oportunidades e experiências STEM e nos planos dos alunos

para a faculdade e futuro emprego ou carreira. Segundo Eisenhart et al. (2015) foi possível concluir que apesar do entusiasmo pelas escolas STEM como um meio para melhorar as escolas em meios desfavorecidos não produziu oportunidades significativas em STEM e até os esforços pararam ou fracassaram ao fim dos três anos, deixando alguns alunos com menos oportunidades nas escolas com enfoque nas STEM do que antes e menos do que existia em escolas ditas tradicionais, que servem populações estudantis semelhantes.

Moore et al. (2015) num artigo de pesquisa publicado no “Journal of Research in Science Teaching” referem que a inclusão da engenharia nas salas de aula podia levar a um melhor desempenho nas Ciências e na Matemática, a um aumento da literacia tecnológica, melhoria nos níveis de compreensão e aplicação de conhecimentos e a um melhor entendimento do trabalho desempenhado por um engenheiro, para além de outros benefícios, como levar a um aumento do interesse nas disciplinas e nas carreiras na área das STEM. “A principal questão de pesquisa que norteou o trabalho deste artigo é: Qual é a extensão e a qualidade da engenharia que está presente nos padrões de ciência do estado (norte-americano) e nos Padrões de Ciência da Próxima Geração?” (Moore et al., 2015, p. 296). O projeto de pesquisa qualitativa mobilizado neste estudo foi uma abordagem de estudo de caso comparativo múltiplo (Yin, 2009 citado por Moore et al., 2015). Foi comparado o nível de integração da Engenharia nas ciências académicas dos 50 estados norte-americanos antes e depois do lançamento do NGSS (Next Generation Science Standards) que representa uma mudança na forma como vemos a educação científica, no sentido de aumentar a visibilidade e a compreensão da engenharia, enfatizando-se as ideias de design de engenharia e aplicações tecnológicas. Este método de pesquisa usou uma abordagem sistemática para fazer inferências válidas e replicáveis a partir do texto (Krippendorff, 2013 citado por Moore et al., 2015). Essa comparação pretendeu fornecer uma visão sobre o que a adoção generalizada do NGSS significou em termos de mudanças potenciais no ensino das ciências nos Estados Unidos.

Rahm e Moore (2015) revelam um estudo de caso qualitativo de cariz etnográfico, realizado durante um longo período de tempo, acompanhando o percurso de quatro jovens representativas de minorias (afro-americanos), procurando explorar os seus mundos, enquanto participavam num programa de apoio escolar (designado COSMOS) que também fornecia um plano de tutoria, aconselhamento e orientação escolar e, posteriormente os seus caminhos na faculdade. A recolha de dados concentrou-se na observação de vídeos-etnográficos e nas narrativas dos alunos, sobre si próprios e nas formas como vivenciaram o COSMOS e posteriormente a faculdade, recolhidos através de entrevistas e reflexões escritas solicitadas pelo programa. Este estudo mostra como o COSMOS se tornou importante para facilitar o percurso escolar e a entrada na faculdade em oposição a outros que experimentaram práticas descoordenadas ao longo do seu

percurso e que os afastou da ciência. Este estudo ilustra as tensões complexas entre indivíduos e agências governamentais, estruturas sociais ou padrões normativos de grupos sociais e a sua dinâmica na hierarquia social. Ao mesmo tempo, apela para abordagens curriculares, que integre os locais de ciência formal com a informal, de forma a capacitar os jovens a reconhecer e aproveitar os caminhos que conduzem às áreas STEM, como elevadores sociais.

Capítulo III

A Proposta Didática (e a pandemia)

Enquadramento curricular

“Qual é mais pesado um quilo de chumbo ou um quilo de algodão?”

Advinha popular

Segundo Lopes (2004), a aprendizagem de física é uma tarefa exigente e da qual se queixam alunos, pais e outros agentes exteriores ao sistema educativo, e todos os anos, os docentes de física repetem as mesmas queixas relativamente a alunos, aos recursos das escolas e ao sistema educativo. Ainda sobre a aprendizagem de física, Lopes (2004, p. 12 – 13) enumera a título de exemplo, algumas dificuldades, que têm sido objeto de estudo pela investigação didática: as conceções alternativas, aprendizagem de Física, a resolução de problemas, o trabalho experimental, as conceções/práticas de ensino dos professores. Além disso é um corpo de conhecimentos caracterizado por um sistema conceptual altamente estruturado e formalizado, características que tornam a aprendizagem da Física intrinsecamente difícil (Lopes, 2004).

“A Física está, intrinsecamente, ligada ao mundo físico e, em larga medida, ao próprio quotidiano. É óbvia a ligação da Física ao nosso mundo. Está intimamente ligada ao nosso quotidiano crescentemente tecnológico e ao nosso bem-estar.” (Lopes, 2004, p. 19)

O peso e massa são dois temas, que para quem já foi professor de Ciências Físico – Químicas de sétimo ano, reconhece como tarefa árdua fazer compreender aos seus alunos. Uma das razões muitas vezes apontada vem do facto, dos termos que os alunos ouvem na sala de aula serem confundidos com o nosso dia-a-dia. Lopes (2004) refere, que os estudos realizados com alunos e professores, de diferentes países e com escolaridades diferentes, mostram que uma grande percentagem, mobilizam ideias com uma determinada estruturação e lógica interna, em situações do dia-a-dia, que se afastam do conhecimento físico padrão, para além de revelar que “muitos alunos continuam a utilizar os raciocínios e conhecimentos do senso-comum independentemente do nível de ensino de Física que tenham.” (Lopes, 2004, p. 14).



Figura 3.1 – Cartoon apresentado aos alunos sobre o peso.

Peso e massa fazem parte do currículo nacional de Ciências Físico – Químicas, parte integrante das aprendizagens essenciais e na planificação do sétimo ano é lecionada a seguir ao conceito de força e medição da intensidade de forças. Segundo as Aprendizagens Essências emanadas pelo Ministério da Educação “o aluno deve ficar capaz: de distinguir peso e massa de um corpo, relacionando-os a partir de uma atividade experimental, comunicando os resultados através de tabelas e gráficos”. De referir que alguns dos conceitos não são totalmente estranhos aos alunos porque já foram abordados ao nível do 1.º ciclo ou fazem parte do seu léxico do quotidiano.

Descrição da atividade de suporte a este estudo

A introdução ao tema começou com o preenchimento do questionário que serviu de instrumento de recolha para dar resposta à primeira questão de investigação. Os alunos foram convidados a preencher um questionário digital onde preenchiam um conjunto de dados sociais e manifestavam os seus interesse e motivações relativamente à esfera de influência da STEM. Posteriormente, aproveitando o facto de alguns dos conceitos não serem totalmente estranhos aos alunos, foi-lhes colocado uma questão introdutória: “Que forças são aplicadas a um estojó quando o atiramos ao ar e voltamos a apanhar?”. Segundo Lopes (2004) “a investigação didática mais recente enfatiza a necessidade do Ensino das Ciências, e da Física em particular, mobilizar todo o tipo de saberes (competências, destrezas, conhecimentos, etc.) que os alunos têm disponíveis aquando da construção e apropriação de conceitos científicos”. Também segundo Derman e Eilks (2016, p. 902) “compreender as estruturas cognitivas dos alunos em um domínio de conhecimento

específico ajuda a determinar as características de "o quê, como e por quê" de tal conhecimento, para que possamos levar essas estruturas em consideração no ensino".

Deste modo, foi colocada uma questão para os alunos exprimirem o seu conhecimento e explicarem a sua lógica interna para servir de ponto de partida para a discussão do conceito de força, medição de forças com recurso a dinamómetro e a introdução do conceito de peso.

Após a introdução e discussão do conceito de peso, grandeza vetorial, dependente do lugar onde é medido, e a utilização de dinamómetros para medir forças, foi solicitado aos alunos que preenchessem um livreto com seis palavras estímulo: Peso; Força; Dinamómetro; Massa; Balança; Matéria, com o intuito de posteriormente construir um mapa de frequências WAT. De acordo com Lopes (2004) foi nosso interesse conhecer os saberes e conhecimentos dos alunos porque são antes de mais indicadores para que o professor direcione os seus esforços para certos aspetos dos conceitos que é necessário trabalhar, e no caso do peso e massa, o professor deve ainda despertar/chamar a atenção dos alunos para problemas de linguagem e contextos de uso.

E como nada na vida é certo eis que surge a situação pandémica que nos envia a todos para casa. Naturalmente houve necessidade de reprogramar este estudo e também a planificação da disciplina que passou a funcionar num sistema de ensino não-presencial. A discussão do conceito de massa passou para o universo digital: comunicação por videochamada ou correio eletrónico; simuladores; avaliação; com os habituais constrangimentos de recursos e dificuldade e tudo de um dia para o outro.

Assim sendo, já em suas casas foi apresentado e discutido o conceito de massa, matéria, a identificação de balança e, feita a necessária comparação com o conceito de peso, discutindo-se diferenças e relações. Durante todo o processo foram realizadas avaliações formativas na forma de fichas digitais e no final houve um momento de avaliação sumativa (na forma também de uma ficha digital). Passado este momento, foram convidados alguns alunos a realizarem o desenho do interior de uma balança de casa de banho (que foi enviado digitalmente) e no final foram realizadas 4 entrevistas em grupo (via Google Meet), com os alunos organizados pela respetiva turma de proveniência.

Suporte metodológico da atividade prática

Thibaut et al. (2018) tinham como objetivo abordar a falta de consenso sobre a forma de articular o ensino e a aprendizagem STEM e para isso, através de uma revisão sistémica (para identificar, avaliar criticamente e resumir os resultados) da literatura existente (que descrevem a aprendizagem e o ensino na integração STEM), construíram um "manual de boas práticas", uma base teórica para as práticas pedagógicas de ensino na abordagem do método de integração STEM.

Desta base teórica retiramos a 3.^a categoria, o “Inquiry”, e aplicamos (com as necessárias adequações), ao nosso grupo de alunos. Esta terceira categoria envolve práticas de investigação, que permitem aos alunos descobrirem novos conceitos e desenvolver novos conhecimentos. Assim é intencionalmente usada uma prática experimental onde “os alunos são encorajados a testar suas ideias existentes desmontando coisas, fazendo previsões, observando e registrando suas explicações” (Satchwell & Loepp, 2002 citado por Thibaut et al., 2018, p. 6).

No nosso caso os alunos eram convidados a desmontar uma balança de casa de banho (na realidade desenharam o interior da balança), observando e registrando as suas explicações sobre o seu funcionamento.

Na realização deste modelo o questionamento é uma parte importante da aprendizagem, porque inicia toda a construção do conhecimento. Os alunos são estimulados a questionar os seus conhecimentos atuais sobre um determinado tópico, depois usam esse conhecimento prévio para gerar novas ideias, projetar, conduzir investigações e identificar quais conhecimentos adicionais que eles precisam para avançar, para descobrir e compreender novos conceitos. “Finalmente, uma quantidade adequada de orientação deve ser fornecida para ajudar os alunos a alcançar a mudança conceitual desejada” (James et al., 2000; Satchwell & Loepp, 2002 citados por Thibaut et al., 2018, p. 6).

Capítulo IV

Metodologia

“Nos campos da observação, o acaso favorece as mentes preparadas”

Louis Pasteur¹³ (1822 – 1895)

No mundo ocidental e nos países asiáticos mais prósperos de forma a dar resposta a uma procura de mão-de-obra qualificada nas “STEM skills” existe uma preocupação em melhorar a educação STEM. Mas, como já foi referido, introduzir uma abordagem STEM no sistema educacional pode ser complicado. Provocar alterações profundas nos currículos e nas aulas implica, não só uma reestruturação física, mas também uma alteração de mentalidades, de professores e de alunos.

O ponto de partida deste estudo parte de um interesse. Pretende-se realizar uma investigação introduzindo atividades de investigação de engenharia reversa no estudo do peso e massa, conteúdos lecionados no programa de Ciências Físico – Químicas de sétimo ano e saber de que forma uma abordagem STEM influencia a motivação e o interesse pelas áreas das STEM, assim como influencia a aprendizagem dos alunos. Para isso pretende-se saber quais são as estruturas cognitivas dos alunos sobre os conceitos de peso e massa, quais foram as dificuldades que sentiram na sua aprendizagem e, por fim, qual é a motivação e o interesse pelas áreas STEM, considerando o antes e o depois das atividades de investigação.

De acordo com Tuckman (2000), a investigação é uma constante tentativa de atribuir respostas às questões, que tanto podem ser abstratas e gerais, como concretas e específicas. O nosso estudo pode ter muitas semelhanças com outros estudos, no entanto, é “o nosso estudo”, discreto, próprio e particular, com um interesse definido que procura o entendimento de uma situação singular (como uma abordagem STEM influencia um grupo de indivíduos), podendo assim afastar-se da previsão e da generalização.

¹³ Louis Pasteur (27 de dezembro de 1822 – 28 de setembro de 1895) foi um cientista francês, cujas descobertas tiveram enorme importância na história da química e da medicina. É reconhecido pelas suas notáveis descobertas das causas e prevenções de doenças. Entre seus feitos mais notáveis podem-se citar a redução da mortalidade e a criação da primeira vacina contra a raiva (vacina antirrábica).

A nossa investigação segue uma metodologia mista, adotamos uma estratégia de pesquisa que emprega mais do que um tipo de método de pesquisa e vamos trabalhar com mais do que um tipo de dados. Tem uma conjugação de elementos qualitativos e quantitativos o que “possibilita ampliar a obtenção de resultados em abordagens investigativas, proporcionando ganhos relevantes para as pesquisas complexas realizadas no campo da Educação” (Dal-Farra & Lopes, 2013, p. 67). Ainda segundo Dal-Farra e Lopes (2013) este tipo de design pode produzir resultados relevantes e “podem orientar caminhos promissores a serem explorados por pesquisadores e educadores” (p. 67).

Os objetos de estudo em educação são vulgarmente complexos e uma abordagem mista, pode ser uma metodologia que pode produzir resultados relevantes. Se por um lado temos uma perspectiva quantitativa que tem como finalidade trazer à luz dados objetivos, mensuráveis, regularidades e tendências observáveis, que se orientam para a produção de proposições generalizáveis que resultam do processo experimental, hipotético-dedutivo e estatisticamente comprovado, podemos contrapor a perspectiva qualitativa que tem como objetivo a compreensão dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações num dado contexto, numa realidade concreta, presente, em que o investigador é contemporâneo dos fenómenos que pretende analisar e os dados recolhidos ocorrem nos comportamentos naturais dos indivíduos (Bogdan & Biklen, 1994). Pretende-se interpretar a realidade tal como ela é, para um grupo de indivíduos a partir do que pensam e como agem (de acordo com os seus valores, representações, crenças, opiniões, atitudes, hábitos). De acordo com Morse (2003, p. 191) citado por Dunning et al. (2007, p.5) “a pesquisa de método misto não é sobre “pesquisa combinada ” usando métodos ad hoc pode ser uma ameaça à validade (do estudo) se não for dada atenção aos pressupostos metodológicos de cada um”.

Combinar métodos qualitativos e quantitativos parece uma boa ideia. Utilizar múltiplas abordagens pode contribuir mutuamente para as potencialidades de cada uma delas, além de suprir as deficiências de cada uma. Isto proporcionaria também respostas mais abrangentes às questões de pesquisa, indo além das limitações de uma única abordagem (Spratt; Walker; Robison, 2004, p. 6, citado por Dal-Farra e Lopes (2013, p. 72).

Historicamente existiu sempre uma dicotomia entre os métodos quantitativos e qualitativos mas segundo Creswell (2007, p. 22) citado por Dal-Farra e Lopes (2013, p. 69), “a situação atual é menos qualitativa versus quantitativa e mais sobre como as práticas de pesquisa se posicionam entre estes dois polos, ou seja, podemos dizer que os estudos tendem a ser mais qualitativos ou mais quantitativos. Ainda segundo o autor citado “o conceito de reunir diferentes métodos

provavelmente teve origem no ano de 1959, quando Campbell e Fiske utilizaram métodos múltiplos para estudar a validade das características psicológicas” (p. 69).

Este capítulo destinado à metodologia encontra-se estruturado em quatro segmentos. Um primeiro segmento destina-se à fundamentação metodológica do estudo, no segundo segmento faz-se a caracterização dos participantes no estudo, o terceiro segmento apresenta-se o processo de recolha de dados e por fim no quarto segmento procede-se à análise de dados.

Fundamentação Metodológica

O nosso estudo envolveu inicialmente um grupo de 87 alunos que por força da situação de Pandemia ficou reduzido a 20 alunos. Inicialmente, no seu ambiente natural de trabalho, no fim, numa situação de “teletrabalho”. Imprevistos à parte, considerou-se um tipo de estudo misto de uma situação concreta e identificável pelo investigador, procedendo a uma narrativa ou descrição de factos, identificados e caracterizados através de material empírico recolhido pelo investigador.

Igualmente, tendo em conta a natureza do seu objeto e os objetivos a atingir, o presente estudo segue um método misto, centrando-se em procedimentos de análise e interpretação de dados, combinam métodos das pesquisas quantitativas com métodos das qualitativas, assim como questões abertas e fechadas, “com formas múltiplas de dados contemplando todas as possibilidades, incluindo análises estatísticas e análises textuais” (Dal-Farra & Lopes, 2013, p. 70).

No método misto, o pesquisador baseia a investigação supondo que a coleta de diversos tipos de dados garanta um entendimento melhor do problema pesquisado (Creswell, 2007, p. 34-35, citado por Dal-Farra & Lopes, 2013, p. 70).

Os autores Tashakkori e Teddlie (2010) citados por Dal-Farra e Fetters (2017, p. 469) “apontam como características principais da Pesquisa com Métodos Mistos os seguintes aspetos:

- Ecletismo metodológico e pluralismo paradigmático;
- Ênfase na diversificação em todos os níveis do processo investigativo;
- Ênfase nos processos contínuos e não nas dicotomias;
- Processos de pesquisa cíclicos e iterativos;
- Foco no problema de pesquisa para determinar o método utilizado;
- Presença de um conjunto básico de designs de pesquisas e processos analíticos;
- Tendência ao equilíbrio e compromisso implícito com uma “terceira comunidade metodológica”, no caso a dos Métodos Mistos;

- Incentivo às representações visuais por figuras ou diagramas.”

No nosso caso, destacamos cinco que nortearam a nossa investigação: o ecletismo metodológico, no sentido de conciliarmos no mesmo estudo análises mensuráveis e análises textuais, o que nos leva à ênfase na diversificação, do processo investigativo, nas diferentes fontes de recolha de dados; o incentivo às representações visuais por figuras ou diagramas, como a utilização de desenhos, mapas de frequências, gráficos; a presença de um conjunto básico de designs de pesquisas e processos analíticos, processo básico que “consiste na coleta, análise e integração de dados quantitativos e qualitativos, contribuindo para um melhor entendimento do problema de pesquisa, quando comparadas ao emprego isolado de cada uma destas abordagens” (Dal-Farra & Feters, 2017, p. 469); o foco no problema de pesquisa para determinar o método utilizado, cujas particularidades determinarão as características metodológicas eleitas para o desenvolvimento do processo investigativo.

“A construção de estudos com métodos mistos pode proporcionar pesquisas de grande relevância para a Educação como corpus organizado de conhecimento, desde que os pesquisadores saibam identificar com clareza as potencialidades e as limitações no momento de aplicar os métodos em questão. (Dal-Farra & Lopes, 2013, p. 71).

Segundo os autores Dunning et al. (2007) existem muitas vantagens e desvantagens em conduzir pesquisas com métodos mistos. Uma vantagem é aumentar a confiança do investigador nos dados e descobertas, no entanto, combinar métodos pode aumentar o custo e o tempo necessário para o estudo e análise de resultados e acrescenta-se “saber se é apropriado examinar dados qualitativos e quantitativos para confirmação e compreensão quando cada método contém fundamentos teóricos específicos” (p. 4).

No início da investigação “a tarefa mais importante e difícil será fazer as perguntas da investigação que orientem a atenção e o pensamento, mas não em excesso” (Stake, 1998, p.25). Pretendemos estudar, através de uma metodologia mista, uma singularidade (uma abordagem STEM) numa situação limitada num espaço (Concelho da Moita) e tempo (ano letivo de 2019/20), assente num contexto natural de uma atividade (aprendizagem do conceito de peso e massa) que permita construir argumentos ou narrativas válidas (de como uma abordagem STEM influencia um grupo de indivíduos). Pretende-se conhecer as motivações, lógicas e dificuldades de como uma abordagem STEM influencia os atores, alunos do sétimo ano de Ciências Físico-Químicas, assim, o nosso foco incide sobre atitudes e comportamentos de alunos, pelo que o nosso estudo será:

- Quantitativo, porque se procura uma abordagem dedutiva, com um olhar sobre o fenómeno social como algo objetivo e mensurável e utilizando uma entrevista semiestruturada com um número reduzido de estudantes e realizar uma pesquisa (inquérito) com um maior número de participantes.
- Qualitativo, porque os dados recolhidos serão ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, ambientes e conversas tendo como objetivo estudar uma singularidade, em toda a sua complexidade num ambiente natural (a sala de aula), privilegiando a interpretação de atitudes e comportamentos a partir do ponto de vista interpretativo do investigador. Tentaremos entrar na esfera pessoal dos atores (alunos) e dirigir a atenção para a descrição e compreensão das lógicas de ação, que para os atores são únicas e particulares. Dos estudos de casos qualitativos esperam-se descrições abertas mediante a experiência e realidades múltiplas, não se esperando significados complexos nem generalizações universais, revelando-se apenas de grande importância a permanente função interpretativa do investigador (Stake, 1998).
- Interpretativo pois é centrada no ponto de vista dos atores, ao nível da experiência subjetiva, com o objetivo de descrever, analisar e interpretar as ações e conceções dos atores. Nesta abordagem interpretativa procuramos “analisar a realidade social a partir do interior da consciência individual e da subjetividade no contexto da estrutura de referência dos atores sociais, e não na do observador da ação” (Afonso, 2005, p.34).

As perguntas de investigação devem-se guiar pelo que se faz no campo de trabalho, desde a negociação para a permissão de entrada até à triangulação dos dados recolhidos (Stake, 1998). Apesar de considerarmos a “palavra” uma realidade concreta nos nossos dias não podemos esquecer que ela é produzida num ambiente conceptual humano e singular, impossível de existir antes desta realidade humana e perdendo todo o seu significado fora dela. As aprendizagens estão em geral baseadas nas “palavras” que servem frequentemente de facilitador da aprendizagem de fenómenos, de situações. “A palavra faz uma mediação entre o estímulo e a resposta” (Monteiro & Santos, 1999, p.219).

Assim, considerando a natureza do objeto de estudo ponderamos a necessidade de o procedimento metodológico diversificar as técnicas de recolha de informação. Utilizaremos uma abordagem mista: uma recolha de dados específicos fazendo uso de uma técnica de sondagem quantitativa (aplicação de questionários, mapas de frequências WAT), com uma estrutura qualitativa (de entrevistas, documentos escritos). Tentaremos encontrar uma articulação entre as várias técnicas de recolha de dados convictos de que não há um caminho real para aceder ao concreto e todos devem ser explorados, dentro das limitações e potencialidades de cada técnica.

Caracterização dos participantes no estudo

A Escola e o meio envolvente

A atividade de investigação desenrolou-se na Escola onde exerço a minha função docente. Situa-se na margem esquerda do Estuário do Tejo, no concelho da Moita, distrito de Setúbal, mas vulgarmente é chamada de “margem sul”. A Escola é escola-sede de um agrupamento de Escolas constituído por uma Escola de 2.º e 3.º ciclo, 4 Escolas de 1.º ciclo e 3 Jardins de Infância.

O edifício escolar é constituído por um edifício monobloco em forma H, com rés-do-chão e 1º andar interligados. As salas de Ciências Físico-Químicas encontram-se no rés-do-chão e diferem das restantes salas do edifício apenas por terem mesas mais altas e água corrente. Não possui laboratórios pelo que, para qualquer atividade laboratorial é necessário deslocar material e reagentes para as salas e depois fazer regressar os mesmos para a sala de origem (uma espécie de pequena arrecadação laboratorial). As salas estão equipadas com computador e videoprojector.

O ambiente na escola é calmo e agradável, reflexo do local onde se situa a Escola, com ligações à zona ribeirinha do rio Tejo, agradáveis zonas verdes, atividade cultural e recreativa.

Os alunos e as turmas envolvidas.

Os alunos envolvidos neste estudo são provenientes de quatro turmas do sétimo ano, a totalidade das turmas de sétimo do Agrupamento se não considerarmos a turma ao abrigo da Portaria n.º 181/2019, vulgarmente conhecida por turma PCA. Inicialmente o grupo de estudo era constituído por 32 raparigas e 55 rapazes, mas devido à situação de Pandemia e a imposição de isolamento social, ficou reduzido a 12 raparigas e 8 rapazes para a entrevista (4 a 5 alunos por turma), com uma média de idades de 12,5 anos. A situação socioeconómica das famílias é, no geral, considerada classe média. O nível de escolaridade do pai e da mãe prevalece o ensino secundário. Como alunos, consideram-se na sua maioria, alunos de nível 4 e no topo das preferências pela área de estudo que pretendem seguir no ensino secundário, temos as Ciências e Tecnologia seguida a grande distância das Ciências Socioeconómicas. Do grupo final, três alunos já tinham uma reprovação ao longo do seu percurso escolar. Os alunos em questão transitaram todos para o oitavo ano, apenas 3 alunos transitaram com classificações negativas. Ao longo do ano letivo (até final de março, início do isolamento social) nenhum dos alunos incorreu em situações de indisciplina.

Recolha de dados

Os sujeitos do nosso estudo são os alunos e, portanto, são indivíduos menores de idade o que implica alguns procedimentos especiais que não seriam necessários caso fossem maiores de idade. Foi necessário pedir autorização ao Órgão de Gestão do Agrupamento, aos encarregados de educação, informar o Conselho Pedagógico e demais pessoas envolvidas. Como sou Coordenador de Departamento, com assento no Conselho Pedagógico e professor de Ciências Físico-Químicas de todas as turmas do sétimo ano esta tarefa tornou-se relativamente fácil. O facto de ser professor de todas as turmas de sétimo ano foi uma das razões que me fez incluir todas as turmas do ano de escolaridade. Garantia assim que todos os alunos teriam a mesma “experiência pedagógica”, prevenindo junto dos pais, uma injustificável, mas possível ansiedade e inquietude, pelo facto do seu educando poder ficar em desvantagem perante outro, porque não seguiu o expectável “percurso escolar normal”. Obviamente foi sempre garantido o anonimato de todos os participantes e sempre frisado qual o objetivo do estudo e sobre que pretexto era realizado.

Tal como já foi referido ponderamos a necessidade de o procedimento metodológico diversificar as técnicas de recolha de informação. Neste estudo pretende-se utilizar como instrumentos de recolha de dados: o questionário; um documento WAT (Word Association Test), documentos escritos (desenho de uma balança); observação naturalista (notas de campo) e entrevista em grupo focado (Patton, 2002). O facto de utilizar-se diversos métodos para a recolha de dados, permite-nos recorrer a variadas perspetivas sobre a mesma situação, e subsequentemente, realizar comparações entre as diversas informações. As pessoas quando questionadas frequentemente dizem o que pensam, ou seja, dizem o que socialmente será mais esperado e aceitável, pelo que é necessário estabelecer algumas técnicas de cruzamento que permitam triangular a informação recolhida. No sentido da busca de precisão, necessitamos de estratégias que não dependam da simples intuição ou das boas intenções. “Essas estratégias se denominam triangulação” (Stake, 1998, p.94). Também de acordo com Fortin (2003, p.322) a triangulação “define-se como o emprego de uma combinação de métodos e perspetivas que permitem tirar conclusões válidas a propósito de um mesmo fenómeno”. Dos vários tipos de triangulação referidos por este autor, ponderamos a utilização da triangulação de dados, que se enquadra numa recolha de dados a partir de diversas fontes de informação a fim de estudar um mesmo fenómeno com um objetivo de validação.

“Seja qual for o procedimento de recolha de dados que adotar, deverá sempre examiná-lo criticamente e ver até que ponto ele será fiável e válido.” (Bell, 2010, p. 97)

Apesar de nem todos os projetos de investigação utilizarem como instrumento de recolha e avaliação de dados o questionário, este é muito importante na pesquisa científica, especialmente nas ciências da educação. Neste projeto ponderou-se fazer recurso do questionário tipo inquérito, muito utilizado em estudos de caso, porque entendemos fazer o inquérito para ter acesso a um elevado número de atores num determinado contexto (Afonso, 2005), e ser “no sentido de um estudo de um tema preciso junto de uma população” (Roegiers, 1993, p.35). Com a realização dos questionários pretendemos transformar em dados a informação diretamente prestada por uma pessoa. “Ao possibilitar o acesso ao que está “dentro da cabeça de uma pessoa”, estes processos tornam possível medir o que uma pessoa sabe (informação ou conhecimento), o que gosta e não (valores e preferências) e o que pensa (atitudes e crenças)” (Tuckman, 2000, p. 307).

“O formato das perguntas varia em função da respetiva substância” (Afonso, 2005, p.103). São utilizados determinados formatos de questões e tipos de resposta. As questões podem ser diretas ou indiretas, residindo a diferença no facto de ser mais ou menos óbvia determinada informação na questão, devendo ser ponderado este facto, quando esta em causa, a maior ou menor controvérsia que a abordagem pode assumir; Se necessitamos de uma atitude mais sensível ao tipo de dados que pretendemos recolher então será recomendável a uma questão não-específica, explorando-se uma ideia mais geral em contraste com uma questão específica quando se procura uma atitude, ideia ou crença; Podemos ainda escolher questões que peçam ao sujeito factos ou optar por questões que necessitem apenas de opiniões. Outro procedimento é endereçar ao sujeito uma pergunta direta, inequívoca, à qual dá uma resposta apropriada ou formular uma afirmação, em que o questionado dá uma resposta afirmativa ou negativa. “Deste modo, as afirmações podem utilizar-se como formas alternativas, enquanto processos para obter informação. De facto, na medição das atitudes é mais comum apresentarem-se afirmações do que fazerem-se perguntas” (Tuckman, 2000, p. 310). Alguns questionários podem ter pré-determinado o número de respostas, sendo elaborados de modo que questões subsequentes a uma questão com chave, possam ou não ser respondidas. Uma questão com chave trata-se de uma questão em que o visado quando questionado por exemplo sobre as suas habilitações académicas é solicitado a prosseguir para determinada questão dependendo da resposta à questão anterior.

Os tipos de respostas podem-se estruturar em sete modos de acordo com a apresentação de Tuckman, (2000): Resposta não-estruturada ou aberta, que permite ao sujeito a elaboração de um pequeno texto, ou seja, dar a sua opinião construída sobre as suas palavras; Resposta curta, com um pequeno espaço para preencher, com restrição sobre o número de palavras que pode utilizar; Resposta por tabela, semelhante ao de resposta curta mas mais elaborada, onde se pretende que os

sujeitos ajustem as suas respostas num quadro ou tabela; Resposta por escala, onde o sujeito situa a sua resposta num nível de uma escala proposta. Este modo de resposta baseia-se “na suposição de que uma resposta, numa escala, é uma medida quantitativa de um juízo de apreciação ou sentimento” (Tuckman, 2000, p. 317); Resposta ordenada, onde é pedido ao sujeito para ordenar uma série de afirmações, segundo um determinado critério. Este tipo de resposta tem o mérito de tornar o sujeito mais crítico na valorização da escolha das suas afirmações; Resposta por listagem (checklist) onde o sujeito responde, escolhendo uma das afirmações possíveis de uma lista de afirmações apresentada e por fim as respostas por categoria, similar ao da listagem mas mais simples, onde é apenas disponibilizado ao sujeito a hipótese de escolher entre duas respostas, para cada item.

Pelo facto de ser mais cómodo, o questionário é muito utilizado embora limite o tipo de questões e por consequência o tipo de respostas (Tuckman, 2000). A escolha do tipo de respostas irá assentar na forma como serão tratados os dados, sendo feita a sua seleção de acordo com as considerações de Tuckman (2000): 1 - O tipo de dados pretendidos (com objetivos de análise); 2 – A flexibilidade de resposta; 3 – O tempo para preenchimento; 4 – As distorções potenciais da resposta; 5 – A facilidade na atribuição de cotações. A escolha desta metodologia quantitativa esta orientada por uma abordagem interpretativa, na observação da realidade social como uma complexa teia de intersubjetividades, enquadrando-se na sociologia da regulação (Afonso, 2005).

As limitações do questionário podem ser medidas pelas dificuldades que podemos observar: encontramos dificuldades a montante do questionário, porque é essencial definir com objetividade o tipo de informação que pretendemos, ou seja, é necessário antecipadamente decidir todas as questões a fazer e a prever o tipo de resposta que poderemos obter. A linguagem deverá ser clara e acessível permitindo uma interpretação homogénea no universo dos entrevistados, evitando ao mínimo a influência das características pessoais na interpretação das questões e, também não deverá ser extenso para evitar o inevitável aborrecimento do seu preenchimento e deste modo evitar a devolução do questionário não devidamente preenchido. A jusante do questionário somos confrontados com a validação dos resultados (Roegiers, 1993). É necessário garantir a cooperação dos questionados para que respondam e ao fazê-lo, “digam o que efetivamente sabem, querem e pensam” (Afonso, 2005, p.103).

Neste trabalho recorreu-se aos questionários do projeto GoSTEM¹⁴, a saber: STEM-CIS (Kier et al., 2014), CIQ (Christensen & Knezek, 2017) e AtPC (Vieira et al., 2016). (Kier, Blanchard, Osborne, & Albert, 2014). O questionário de Kier et al. (2014) permite a avaliação do interesse dos alunos em prosseguir uma carreira profissional numa área STEM. Este questionário

¹⁴ GoSTEM – Abordagem STEM e sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/CED-EDG/31480/2017).

teve como base a SCCT (Social Cognitive Career Theory)¹⁵ que permite aos investigadores utilizar medidas de autoeficácia, expectativas de resultados, inputs e backgrounds pessoais e suportes ou barreiras contextuais para explicar as escolhas académicas ou profissionais dos alunos. Foi também utilizado o questionário descrito por Christensen e Knezek (2017), Career Interest Questionnaire CIQ, composto por 13 itens (Escala Likert de 5 pontos) divididos por três dimensões: a) percepção que os alunos têm sobre um ambiente favorável/de suporte para prosseguirem uma carreira numa área científica; b) interesse/intenção em prosseguirem os seus estudos, com vista à possibilidade de uma carreira científica; c) importância que os alunos atribuem a uma carreira científica. Por último, usou-se o questionário de Vieira et al. (2016) que pretende avaliar as atitudes relativamente às aulas de ciências.

O questionário (em formato digital) foi aplicado em janeiro de 2020 a 87 alunos, na sala de informática da escola, na presença do investigador. Foi utilizado um código de forma a manter o anonimato da escola e dos alunos mas simultaneamente de forma a poder-se identificar cada um dos inquiridos.

WAT (Word Association Test)

A associação de palavras é um jogo de palavras comum que envolve uma troca de palavras associadas. Uma vez escolhida uma palavra original, um jogador pensa numa palavra que associa à palavra original, vulgarmente dizendo-a em voz alta, para o jogador seguinte fazer o mesmo com a palavra anterior. As associações são geralmente rápidas e muitas vezes imprevisíveis, embora possam ser encontrados sem dificuldade padrões lógicos (Hazra, 2018).

A utilização da associação de palavras começou nos primeiros anos da psicologia, como uma técnica para desbloquear uma parte da personalidade que não era controlada com a pessoa consciente. Essa parte, por função inconsciente designou-se como o Inconsciente. Começou como uma ciência psicológica com o primo de Darwin, Sir Francis Galton, que pensava que poderia haver uma ligação entre o QI de uma pessoa (quociente de inteligência) e as associações de palavras. Sir Francis foi incapaz de encontrar uma ligação direta entre a inteligência e a associação

¹⁵ A teoria social cognitiva da carreira (SCCT) é uma teoria Desenvolvido por Robert W. Lent, Steven D. Brown e Gail Hackett em 1994, o SCCT é baseado na teoria social cognitiva geral de Albert Bandura, uma teoria influente dos processos cognitivos e motivacionais que foi estendida ao estudo de muitas áreas do funcionamento psicossocial, como desempenho académico, comportamento de saúde e desenvolvimento organizacional. Esta teoria visa explicar três aspetos inter-relacionados do desenvolvimento de carreira: (1) como os interesses académicos básicos e de carreira se desenvolvem, (2) como as escolhas educacionais e de carreira são feitas e (3) como o sucesso académico e profissional é obtido. Lent, R.W., Brown S.D., Hackett, G. (2002).

de palavras, no entanto, esta técnica ficou como ferramenta de investigação em diversas áreas. Acredita-se que a associação de palavras pode revelar algo sobre o subconsciente de uma pessoa, facto não aceite por todas as pessoas, no entanto, a associação de palavras tem sido usada em muitas áreas, como por exemplo na publicidade, para garantir que a mensagem apropriada seja transmitida por nomes ou adjetivos estimulem o consumo de determinado produto.

Segundo Akman (2016) “os estudos feitos com (...) associação de palavras, geralmente estão relacionados aos cursos de ciências” e Derman e Eilks (2016) referem que nos últimos anos o teste de associação de palavras (WAT na versão inglesa) tem sido uma ferramenta habitual nas ciências da educação. Tem ajudado a determinar e mapear conceitos na compreensão dos alunos, incluindo as relações entre o conhecimento e as estruturas cognitivas, ou seja, “representa uma ferramenta para explorar aspetos do conteúdo e da estrutura do conhecimento de um indivíduo, (Derman e Eilks, 2016, p. 904) numa determinada área específica.

A aplicação WAT foi desenvolvida por Johnson (1967, 1969, cit por Baptist et All, 2019) e é um dos métodos mais comuns e mais antigos para investigar a estrutura cognitiva, sendo usada por inúmeros investigadores (Deese, 1965; Shavelson, 1973, 1974; Geeslin & Shavelson, 1975; Preece, 1976, 1978; Johnstone & Moynihan, 1984; Carrie, 1984; Cachapuz & Maskill, 1987 citados por Bahar et al, 2015). O investigador ou educador seleciona um conjunto de palavras relevantes (stimulus words) e pede aos alunos para responderem por escrito, num determinado espaço de tempo, palavras associadas às palavras relevantes que sejam significativas para os alunos (Nakiboglu, 2008; Batista et al, 2019).

“A suposição subjacente em um teste de associação de palavras é que, a ordem de recuperação da resposta da memória de longo prazo, reflita pelo menos, uma parte significativa da estrutura interna (cognitiva) e dos conceitos” (Bahar et al, 2015, p. 134).

De acordo com Bahar et all (2015) e Batista et all (2019), as WAT são consideradas como um "instantâneo" dos alunos, uma vez que eles não têm tempo para se preparar para o teste e, portanto, o que é visível é o "estado bruto" de sua estrutura cognitiva. “O que isso mostra é o estado bruto antes que a aprendizagem real ocorra”. (Bahar et al., 2015, p. 135) Ainda Derman e Eilks (2016) referem que o uso da WAT é um método robusto, uma vez que revela os tipos e os números de conceitos nas estruturas cognitivas dos alunos. Também revela as relações entre eles, permite a diferenciação cultural (Isa & Maskill, 1982 citado por Derman e Eilks, 2016, p. 904) e identifica o desenvolvimento das estruturas cognitivas em certos domínios. No entanto, de acordo com Nakiboglu (2008), as WAT apresentam limitações, por exemplo, devido a sua natureza de

teste pode encontrar padrões num coletivo de alunos, mas não encontrar todos os padrões individuais ou poder produzir palavras relacionadas por causa do significado semelhante, mas sendo completamente opostas ou pertencentes a categorias paralelas. Como não clarifica a natureza da relação entre os termos associados “precisa de ser apoiado por outras técnicas” (Nakiboglu, 2008, p. 321).

Documentos escritos (desenho)

A maioria das investigações envolve a análise documental: servirá para complementar a informação obtida por outros métodos ou poderá ser o método central ou mesmo exclusivo (Bell, 2010). Os investigadores Quivy e Campenheoudt (2003) também afirmam que nas ciências sociais são recolhidos documentos por duas razões distintas: para encontrar informação útil para estudar outro objeto ou para estudá-los por si próprios.

O termo “documento” é um termo geral que designa uma impressão deixada num objeto físico por um homem e pode envolver fotografias, filmes, vídeos, diapositivos e outras fontes não escritas, mas mais comumente na investigação educacional são os documentos impressos (Bell, 2010). O nosso documento trata-se de um desenho, uma representação do que seria a constituição de uma balança de casa de banho, no pensamento dos alunos. Pelos critérios de classificação enunciados por Bell (2010) o nosso documento seria proveniente de uma fonte primária (produzido durante o período de investigação), deliberado (produzido tendo em mente a presente investigação e possíveis futuras investigações) e simultaneamente consciente e não consciente. Será informação consciente porque o desenho é tudo aquilo que o aluno quis transmitir e informação inconsciente porque existe informação não consciente transmitida “pelos pressupostos subjacentes involuntariamente revelados” (Bell, 2010, p. 106).

“Recolher dados através do estudo de documentos segue a mesma linha de pensamento que observar ou entrevistar. É preciso termos a mente organizada e, no entanto, aberta a pistas inesperadas” (Stake, 2007, p. 84).

O nosso documento, tal como já foi identificado, trata-se de um desenhado realizado depois dos alunos terem acesso aos conteúdos de peso e massa e realizado atividades de consolidação de conhecimentos. De registar, que no momento da concretização do desenho os alunos já se encontravam em isolamento social.

Uma “investigação é uma tentativa sistemática de atribuição de respostas às questões” (Tuckman, 2000, p.5). E de forma genérica, agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características, como os questionários e entrevistas. Assim, neste projeto de investigação também foi planeada a aplicação da entrevista e tem como intenção investigar os fenómenos em toda a sua complexidade e no seu contexto natural, onde se privilegia a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação.

Segundo Morgan (1988, citado por Bogdan & Biklen 1994) “uma entrevista consiste numa conversa intencional, geralmente entre duas pessoas, embora por vezes possa envolver mais pessoas”, “dirigida por uma das pessoas, com o objetivo de obter informações sobre a outra” (Bogdan & Biklen 1994, p.134). Por sua vez, Patton (2002, p.341) refere que “o propósito da entrevista (...) é permitir-nos entrar na perspectiva da outra pessoa”. As entrevistas pressupõem um contacto verbal com as pessoas e pressupõem a resposta pessoal a um conjunto de questões escritas. É utilizada para recolher informação diretamente comunicada e transforma-la em dados descritivos, na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia da forma como interpretam aspetos do mundo (Idem). “Ao possibilitar o acesso ao que está “dentro da cabeça de uma pessoa”, estes processos tornam possível medir o que uma pessoa sabe (informação ou conhecimento), o que gosta e não (valores e preferências) e o que pensa (atitudes e crenças) ” (Tuckman, 2000, p. 307).

A grande vantagem das entrevistas é a sua adaptabilidade e a possibilidade de um entrevistador habilitado conseguir explorar determinada informação que os inquéritos não são capazes de fornecer, como o tom de voz, a expressão facial, a hesitação, etc. Mas o investigador deve ter presente que há/pode haver problemas. Tuckman (2000, p. 350) refere que “os entrevistadores devem ter sempre presente que estão a servir de instrumentos de recolha de dados e, por isso, devem procurar não se deixar influenciar pelas suas próprias predisposições, as suas opiniões ou curiosidade, de modo a afetar o seu comportamento.”

No início da entrevista deve-se ser claro do objetivo da pesquisa, garantir o anonimato do sujeito e a confidencialidade da informação recolhida, mas outros cuidados devem ser tomados antes, durante e após a entrevista. A linguagem utilizada deve ser acessível para o entrevistado eliminando complexidades que diminuam a fácil apreensão do significado das perguntas; assegurar que o entrevistado percebe o tipo de resposta que é solicitado; o tema deve constituir um estímulo para o entrevistado e sentir-se motivado a responder; quando existe uma grande familiaridade é necessário o entrevistador definir claramente os papéis do entrevistador e do entrevistado; o entrevistado deve sentir-se à vontade para ser levado a ocupar o lugar central da

entrevista mas o entrevistador deve gentilmente impedir o sujeito de divagar; a informação recolhida pelo entrevistador deve ser a mais alargada possível e evitar que as suas perguntas condicionem as respostas; após a entrevista escrever todas as notas de campo que a memória permita. (Bogdan & Biklen, 1994; (Foddy, 2002; Tuckman, 2000)).

Segundo Patton (2002) os cientistas sociais e do comportamento têm chamado a atenção para a importância da comunicação verbal mas também da comunicação não-verbal, nos grupos humanos. Não nos podemos esquecer que a entrevista também é observação e por isso devemos ter em conta o comportamento não-verbal do entrevistado. A forma como vestem, como evidenciam sentimentos, a postura corporal na cadeira, como se sentam junto ou afastados são exemplos de pistas não-verbais sobre normas e comportamentos sociais. Patton (2002) afirma ainda que, no entanto, é preciso ter cautela porque a linguagem não-verbal pode induzir em erros, especialmente entre cruzamentos de culturas.

Os investigadores Quivy e Campenheoudt (2003) referem que “nas suas diferentes formas, os métodos de entrevista distinguem-se pela aplicação dos processos fundamentais de comunicação e de interação humana (p. 191)”. Por sua vez, Patton (2002) afirma serem “três tipos de entrevistas (p. 341)”: a entrevista de conversa informal, a entrevista geral com guião estruturado e a entrevista aberta padronizada. No entanto, não são exclusivas podendo-se combinar entre si, o que oferece uma certa flexibilidade na sondagem de determinados assuntos e quando é mais apropriado explorar mais profundamente esses assuntos. Já Bogdan e Biklen (1994) afirmam que “as entrevistas qualitativas variam quanto ao seu grau de estruturação (p.135)”. Segundo os autores consultados podemos classificar o tipo de entrevistas em três categorias: não diretiva/ não estruturada/ livre /aberta; semidirecta ou semiestruturada e diretiva ou estruturada.

Para simplificar a semântica utilizaremos a designação de Bogdan e Biklen (1994) que classificam de acordo com o grau de estruturação. Uma entrevista embora aberta pode centrar-se em determinado tópico ou quando se usa um guião pode oferecer uma amplitude de tópicos consideráveis. Quando se controla demasiado os conteúdos, quando o entrevistado não consegue contar a sua história na sua perspetiva, “a entrevista ultrapassa o âmbito qualitativo (Bogdan & Biklen 1994, p. 135). No extremo do estruturado/não estruturado temos a entrevista muito aberta, em que o entrevistado tem um papel importante na definição do conteúdo da entrevista e na condução da investigação.

Ainda segundo Bogdan e Biklen (1994), diversos autores colocam a questão de qual tipo de entrevista é a mais eficaz, a estruturada, não estruturada ou semiestruturada.

“Se bem que este tipo de debates possa animar a comunidade de investigação, a nossa perspetiva é a de que não é preciso optar por um dos partidos. A escolha recai num tipo

particular de entrevista, baseada no objetivo da investigação.” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 135)

Segundo Bell (2010, p. 141) “o tipo de entrevista selecionado dependerá em certa medida da natureza do tópico e do que quiser saber com exatidão”. Se quisermos ter uma ideia dos tópicos a incluir no nosso estudo, escolhemos uma abordagem não-estruturada. Por outro lado, se for necessária uma informação específica, convém uma abordagem estruturada para evitar desvios prejudiciais ao estudo. Sabendo que a entrevista pode ser desenvolvida de diversas maneiras escolhemos a semiestruturada, de forma a privilegiar a livre expressão dos entrevistados, de perguntas abertas mas com um guião servindo de linha de orientação.

Quivy e Campenhoudt (2003) dizem-nos que uma entrevista é semiestruturada quando não é inteiramente aberta nem orientada por um conjunto de perguntas exatas. O entrevistador deve dispor de uma série de perguntas relativamente abertas, fazendo recurso de um guião, com o propósito de obter informação do entrevistado. É nosso intuito permitir alguma liberdade aos entrevistados e flexibilidade ao entrevistador, para permitir aos entrevistados, a partir da sua perspetiva pessoal, a valorização de diferentes elementos das suas respostas e possibilitar a abordagem de outras questões relacionadas, não previstas inicialmente no guião de entrevista. Obviamente tentaremos não nós deixar influenciar pelas nossas opiniões ou curiosidade, sermos flexíveis sem perder o ritmo da entrevista e criar um ambiente de simpatia que promova o à-vontade dos entrevistados. Em suma, sermos o que vulgarmente designamos por “um bom ouvinte”.

De acordo com Bogdan e Biklen, (1994, p. 135) “os entrevistadores têm de ser detetives, reunindo partes de conversa, histórias pessoais e experiências, numa tentativa de compreender a perspetiva pessoal do sujeito”. Com esse intento em vista escolheu-se uma entrevista de “focus group”, que “tem por finalidade procurar o sentido e a compreensão dos complexos fenómenos sociais, onde o investigador utiliza uma estratégia indutiva de investigação, sendo o resultado amplamente descritivo” (Galego & Gomes, 2005, p. 177). É assumido o risco de “escolher um dos lados da barricada” da discussão entre investigadores das ciências sociais sobre se o facto do “focus group” ser um método ou uma técnica. Alguns autores consideram um método (Morgan, 1997; Suter, 2004 citado por Galego & Gomes, 2005) enquanto outros o consideram como técnica (Saumure, 2001, cit. por Galego & Gomes, 2005). O “focus group” é uma técnica qualitativa inspirada em entrevistas não diretivas, onde se privilegia a observação e registro de experiências e reações de indivíduos que não seria possível fazer por outros métodos, mas por outro lado por ser uma ação organizada e dirigida a um determinado grupo de pessoas, permite maior agilidade na recolha de dados, o que não é possível com métodos não-diretivos. Pela consulta da bibliografia

“verificamos que o uso do “focus group” como técnica e/ou método de investigação científica tem ampliado cada vez mais os seus propósitos” (Galego & Gomes, 2005, p. 178) mas também é “uma garantia de inovação e criatividade num esforço de responder às múltiplas problemáticas” (Idem, p. 178) que o investigador tem de enfrentar no seu projeto de investigação.

Neste projeto, para a realização das entrevistas foi elaborado um guião de entrevista semiestruturada (Apêndice C), organizado em cinco blocos que, embora diversificados, encontram-se organizados sequencialmente, com uma estrutura lógica da informação que se pretende recolher e transformar em dados. Assim, apresentam-se:

- Bloco I – Legitimação da entrevista.

Procurar desenvolver um clima de confiança, empatia e abertura. Motivar, agradecer antecipadamente, informar sobre a importância do seu contributo, pedir autorização para gravar, referir os princípios éticos e deontológicos: confidencialidade, anonimato e sinceridade. Entrega e leitura da transcrição da entrevista. - Posicionar e informar os entrevistados relativamente ao contexto da investigação, objetivos e tema da entrevista.

- Bloco II – Domínio conceptual.

Perceber a existência de ideias pré-concebidas e a forma como interferiram na apreensão dos conceitos. Quais as suas representações sobre os tópicos peso e massa.

Perceber o conhecimento que ficou depois da aprendizagem, passível de ser mobilizado para resolver futuros problemas. - Recolher dados que permitam saber quais as aprendizagens dos alunos, sobre os conceitos de peso e massa.

- Bloco III – Processos de raciocínio.

Diagnosticar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos. - Recolher dados que permitam saber quais as dificuldades que sentiram, os alunos, sobre os conceitos de peso e massa (justificação dos conceitos).

- Bloco IV – Domínio processual.

Conhecer a opinião dos alunos sobre a realização de um desenho do funcionamento de uma balança de casa de banho. De que forma através do processo de engenharia reversa (desmontagem da balança) consolidou os conceitos de peso e massa. Explicar resumidamente aos alunos a ideia de terem desenhado uma balança. (A articulação das STEM na aprendizagem). - Recolher dados que permitam saber de que forma o conhecimento do funcionamento de uma balança permitiu consolidar os conceitos de peso e massa.

- Bloco V – Relevância e articulação STEM.

Perceber a relevância da articulação das STEM nos processos de aprendizagem e numa futura mobilização para resolução de problemas. Perceber qual a opinião de género sobre a articulação das STEM nas aprendizagens. Conhecer a orientação dos alunos para uma futura área de estudo. - Recolher dados que permitam conhecer a relevância para os alunos do ensino num contexto STEM.

Como categorizar implica um juízo de valores estamos cientes que o processo depende sempre da perspetiva do investigador, da sua subjetividade e o processo processa-se de forma dedutiva, a partir das questões de investigação, e de forma indutiva, a partir dos dados. No quadro seguinte apresentamos as categorias que emergiram das questões orientadoras e da análise de conteúdo, das respostas dos inquéritos, da realização do WAT, dos documentos escritos e das respostas das entrevistas:

| Questões orientadoras | Recolha de dados | | | |
|---|------------------|-----|---------------------|------------|
| | Questionário | WAT | Documentos escritos | Entrevista |
| Motivação e interesse pelas áreas STEM e como evoluem | X | | | |
| | X | | | X |
| Estruturas cognitivas iniciais sobre o peso e massa | | X | | |
| Aprendizagens dos alunos | | | X | X |

Quadro 4.1 – Designação das categorias e respetiva correspondência com os instrumentos de recolha de dados.

De forma a assegurar e preservar o anonimato das fontes, os dados recolhidos foram codificados de forma específica, de acordo com a sua proveniência, e compostos por uma letra e um número.

| Código específico | Designação |
|-------------------|---------------------|
| Q1 – Q17 | Questionário |
| W1 – W17 | WAT |
| D1 – D17 | Documentos escritos |
| E1 – E4 | Entrevista |

Quadro 4.2 – Designação dos códigos atribuídos.

Análise de dados

Durante o processo de análise não podemos perder de vista as questões de investigação, para no final, responder ao problema de investigação. Pretendemos saber “como é que uma abordagem STEM, sobre peso e massa, influencia a motivação dos alunos, as suas estruturas cognitivas e aprendizagens?” Para isso foi mobilizado, tal como indica o problema de investigação, os conteúdos de peso e massa que fazem parte integrante das aprendizagens essenciais de sétimo ano e os alunos constituem-se como a unidade de análise, pois sobre eles incide o enfoque do problema.

Para orientar a nossa investigação foram lançadas as questões de orientação: 1) “Qual a motivação e interesse pelas áreas STEM e como evoluem após o desenvolvimento da abordagem STEM?” 2) “Quais são as estruturas cognitivas sobre os conceitos de peso e massa, antes do desenvolvimento da abordagem STEM?” e 3) “Quais as dificuldades que os alunos sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM?”

Para procurar dar resposta à primeira pergunta de investigação analisaram-se os dados recolhidos pelos questionários e pela entrevista. Foi realizado uma análise estatística simples, enquanto análise quantitativa e teve como objetivo, a variabilidade de um conjunto de dados de forma a serem apresentados organizadamente, através de gráficos, estando a interpretação destes dados ligada ao contexto em que são recolhidos. Utilizamos essencialmente uma variável quantitativa discreta porque é o resultado de uma contagem, característica mensurável que pode apenas assumir um número finito de valores. Também se fez recurso à entrevista. Foram analisados dados recolhidos pela entrevista, procurando conhecer a evolução do interesse/intenção em prosseguirem os seus estudos, com vista à possibilidade de uma carreira científica, após o desenvolvimento da abordagem STEM.

Para dar resposta à segunda pergunta de investigação analisaram-se os mapas de frequência, construídos através da aplicação do WAT. O método utilizado para construção do mapa de frequências foi o descrito por Nakiboglu (2008). Foram contados o número de respostas para cada palavra de estímulo, reunidas numa tabela e subsequentemente construído o mapa de frequências. Para a contagem foram consideradas palavras - resposta "válidas" se fossem significativas e aceitáveis em termos do conceito de peso e massa, mas também as que faziam sentido para os alunos, nos seus conhecimentos prévios.

Para a última pergunta de investigação analisaram-se os dados recolhidos pela análise documental e pela entrevista. O nosso documento trata-se de um desenho, proveniente de uma fonte primária (o aluno), deliberado e simultaneamente consciente e não consciente. Será informação consciente porque é tudo aquilo que o aluno quis transmitir e informação inconsciente

porque existe informação não consciente transmitida “pelos pressupostos subjacentes involuntariamente revelados” (Bell, 2010, p. 106). A nossa entrevista foi semiestruturada (Apêndice B), organizado em cinco blocos que, embora diversificados, encontram-se organizados sequencialmente, com uma estrutura lógica da informação que se pretende recolher e transformar em dados. Escolheu-se uma entrevista em grupo focado que tem por finalidade procurar as dificuldades que os alunos sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM. Foi uma entrevista em grupo (turma) com quatro a seis alunos, de perguntas abertas, mas com um guião servindo de linha de orientação, mas onde se procurou privilegiar a livre expressão dos entrevistados, de forma a valorizar diferentes elementos das suas respostas, de acordo com as suas perspetivas pessoais.

Decorrente da unidade de análise e das questões de investigação foram definidas várias categorias, unidades que constituem um meio de classificar os dados que possam ser fisicamente separados de outros dados. À medida que se vai lendo os dados, repetem-se ou sobressaem certas palavras, frases ou mesmo padrões de comportamento, formas de pensar e acontecimentos que constituem categorias de codificação (Bogdan & Biklen, 1994), rubricas ou classes, que reúnem as características comuns desses elementos sob um título genérico. (Bardin, 2009). Ainda sobre o processo de categorização Bardin (2009) afirma não ser uma etapa obrigatória na análise de conteúdo, no entanto, a maioria dos procedimentos de análise organizam-se em redor de um processo de categorização. “Uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos (p. 145).

Neste estudo, o formato de apresentação de dados é o texto narrativo e a construção de gráficos, sendo esta a forma mais comum de apresentação de dados qualitativos, conforme referem Miles e Huberman (2003). Neste caso concreto, procura-se que o texto, a narração e os gráficos sejam claros, concisos e legíveis, apresentando apenas, o que se considere ser relevante para os objetivos da investigação, conforme refere Wolcott (1994).

O modo de relato adotado é a focalização progressiva proposta por Wolcott (1994). Assim, a narrativa desenvolve-se a partir de questões de investigação que servem, simultaneamente, de orientação e de focalização, progressiva, do problema em estudo. Por seu lado, a análise de dados segue a grelha de categorias e subcategorias, já que se considera que, desta forma, contribui para melhorar a fidelidade aos dados.

Todo este processo analítico se consubstancia, a seguir no capítulo 5 e 6, com a apresentação dos resultados seguida da sua discussão e apresentação de conclusões, de modo a tornar compreensíveis os fundamentos adotados neste capítulo e a poder ajuizar-se da qualidade da sua sistematização.

CAPÍTULO V

Resultados

“Construímos muros demais e pontes de menos”

Sir Isaac Newton¹⁶ (1643 – 1727)

Os dados recolhidos através dos instrumentos já aqui referidos, pouco ou nenhum significado têm até serem analisados e avaliados. Depois, durante a análise, interpretação e apresentação dos dados, devemos ter em atenção não ir além daquilo que os resultados permitem, evitar a manipulação de dados que conduzam a generalizações, pouco fiáveis (Bell, 2010).

Os resultados aqui descritos procuram ser uma possível resposta às questões de investigação colocadas no início deste projeto de investigação e decorreram da análise dos dados recolhidos pelos diversos instrumentos de recolha. Desta forma vamos subdividi-los em três secções, o mesmo número de questões de investigação, mas antes de iniciar a apresentação de resultados propriamente dita, fica no imediato uma breve caracterização do grupo de 17 alunos, obtida através de questionário (Q1 – Q17): o grupo de alunos, foco do estudo, foi constituído por 7 rapazes e 10 raparigas (gráfico 1), com idades compreendidas entre os 12 (a maioria) e os 14 anos (gráfico 2). Avaliam-se na sua maioria como bons alunos (gráfico 3), no entanto, 3 alunos afirmaram já ter reprovado durante o seu percurso educativo (gráfico 4). O nível de habilitações dos pais situa-se ao nível do ensino secundário e superior (gráfico 5).

Aproximadamente dois terços dos alunos manifestaram interesse em prosseguir no ensino secundário a área das Ciências e Tecnologia (gráfico 5).

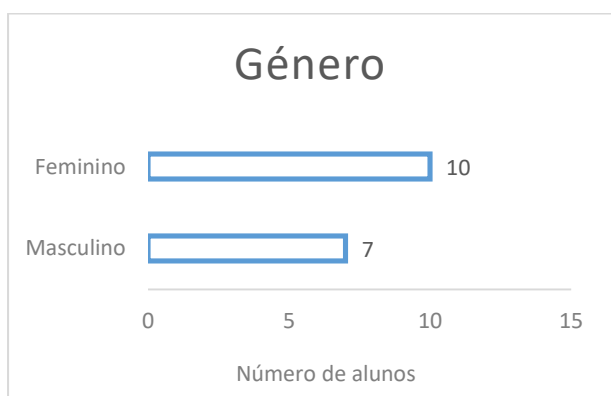


Gráfico 1 – Distribuição por género

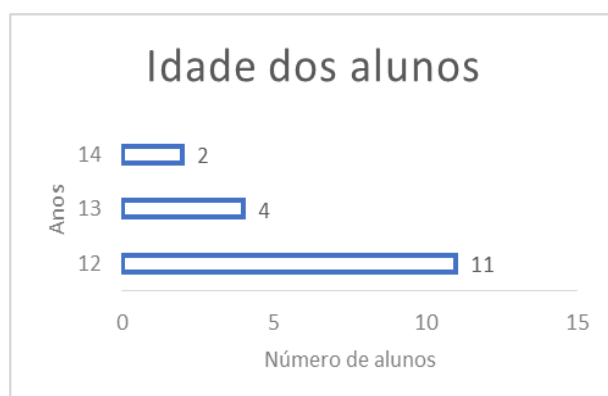


Gráfico 2 – Distribuição por idades

¹⁶ Isaac Newton (4 de janeiro de 1643 — 31 de março de 1727) foi um astrônomo, alquimista, filósofo natural, teólogo e cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático.

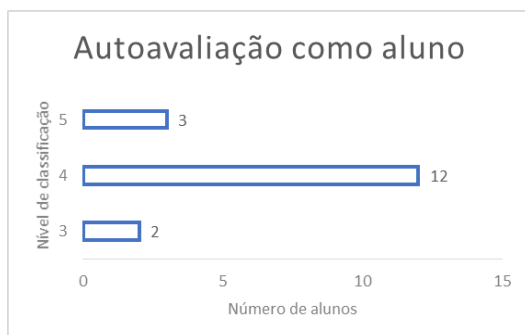


Gráfico 3 – Autoavaliação

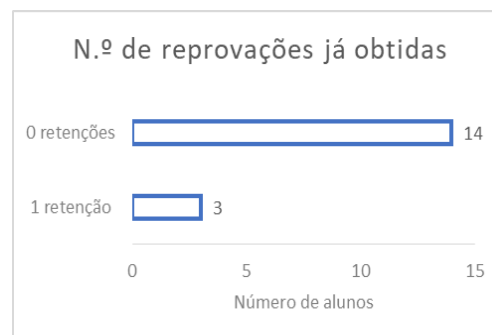


Gráfico 4 – N.º de reprovações durante o percurso escolar

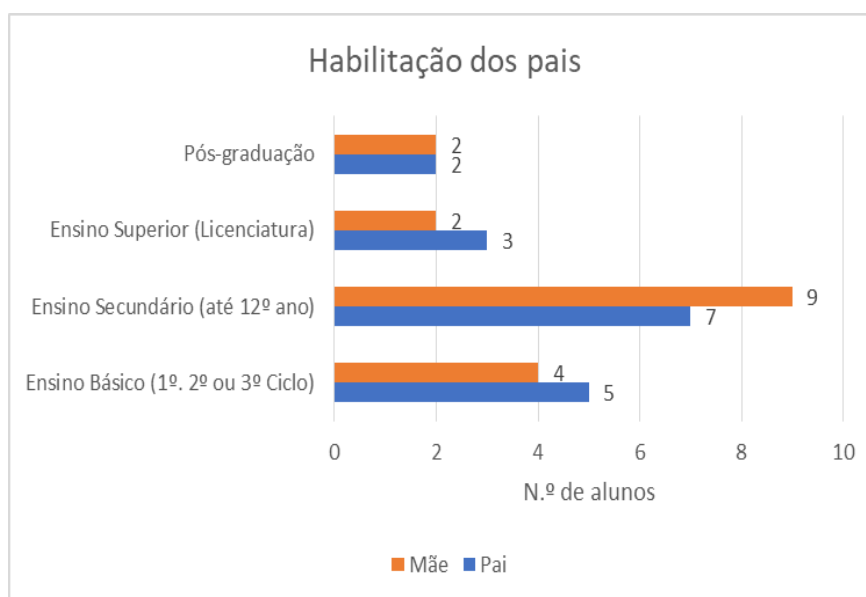


Gráfico 5 – Habilitações académicas dos pais dos alunos

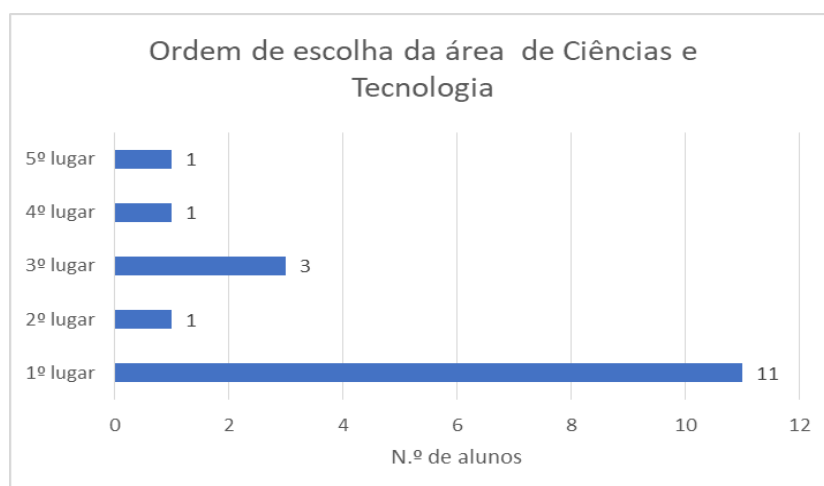


Gráfico 6 – Ordem de escolha da área de Ciências e Tecnologia como prosseguimento de estudos.

Motivação e o interesse pelas áreas STEM e como evoluem após o desenvolvimento da abordagem STEM.

Na procura de dar resposta à primeira questão de investigação os dados foram categorizados em dois domínios: Motivação e Interesse; Evolução da Motivação e Interesse.

No que diz respeito à **Motivação e Interesse**, com a realização dos questionários verificou-se que a maioria dos alunos (dois terços) identificaram logo à partida a área de Ciências e Tecnologia como a sua primeira escolha no prosseguimento de estudos (gráfico 6). Manifestaram conseguir ter boas notas a Matemática e Ciências (7) e realizar os trabalhos de casa (gráfico 8).

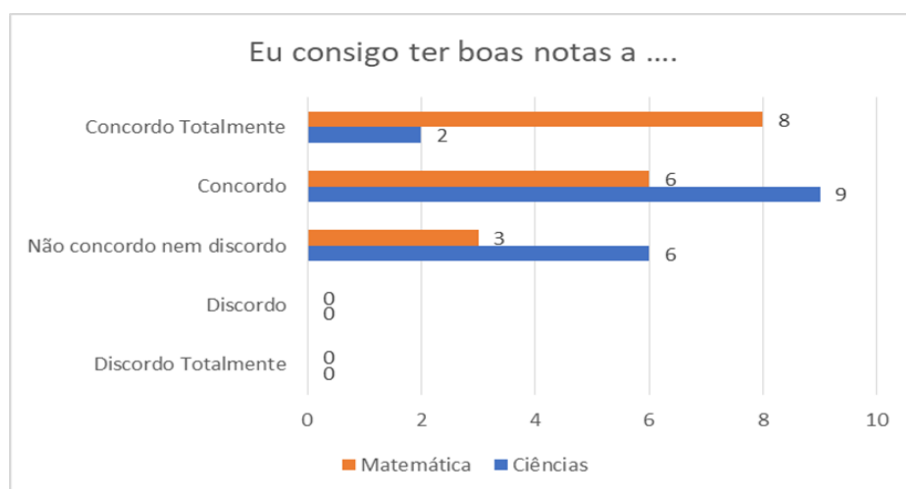


Gráfico 7 – Expectativa de boas notas a Matemática e Ciências

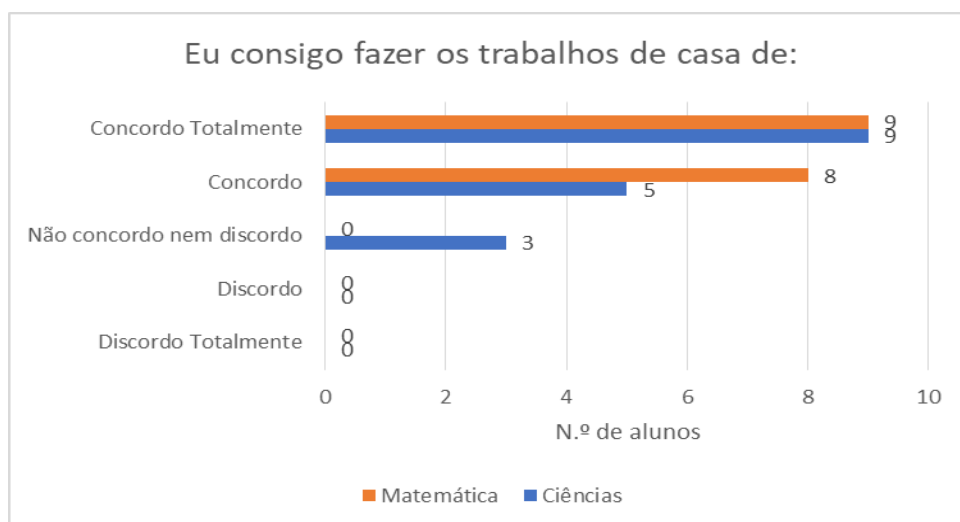


Gráfico 8 – Capacidade de realizar os trabalhos de casa nas disciplinas de Matemática e Ciências.

Os alunos também manifestaram que iriam usar o que aprendiam nas disciplinas de Matemática e Ciências na sua futura carreira (gráfico 9) e mostraram interesse em “tentar dar o seu melhor” nas aulas de Matemática e Ciências (gráfico 10). Ter sucesso nas disciplinas de Matemática e Ciências, segundo os alunos, irá ajuda-los na sua futura carreira (gráfico 11).

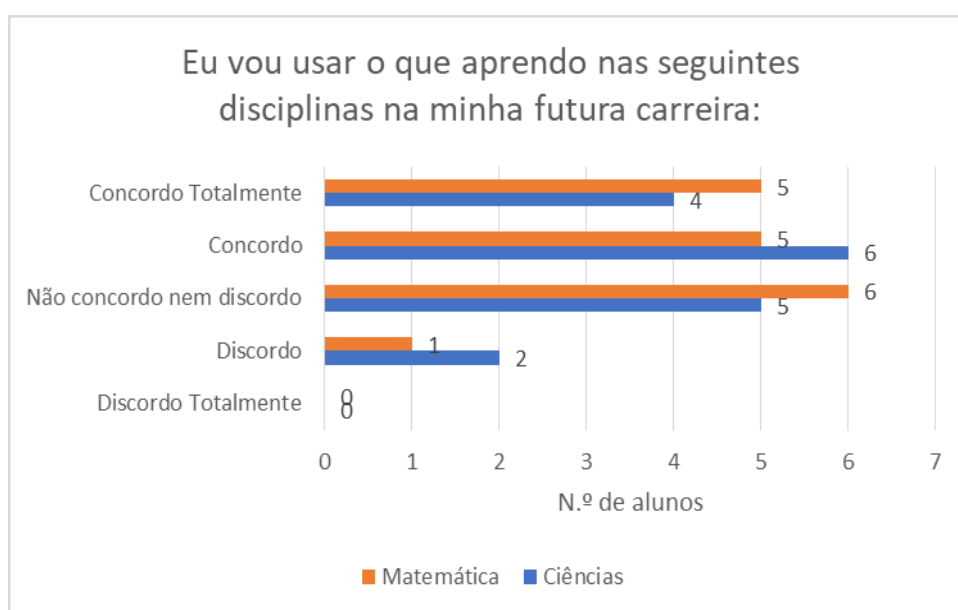


Gráfico 9 – Espectativas da utilização da Matemática e Ciências na futura carreira profissional

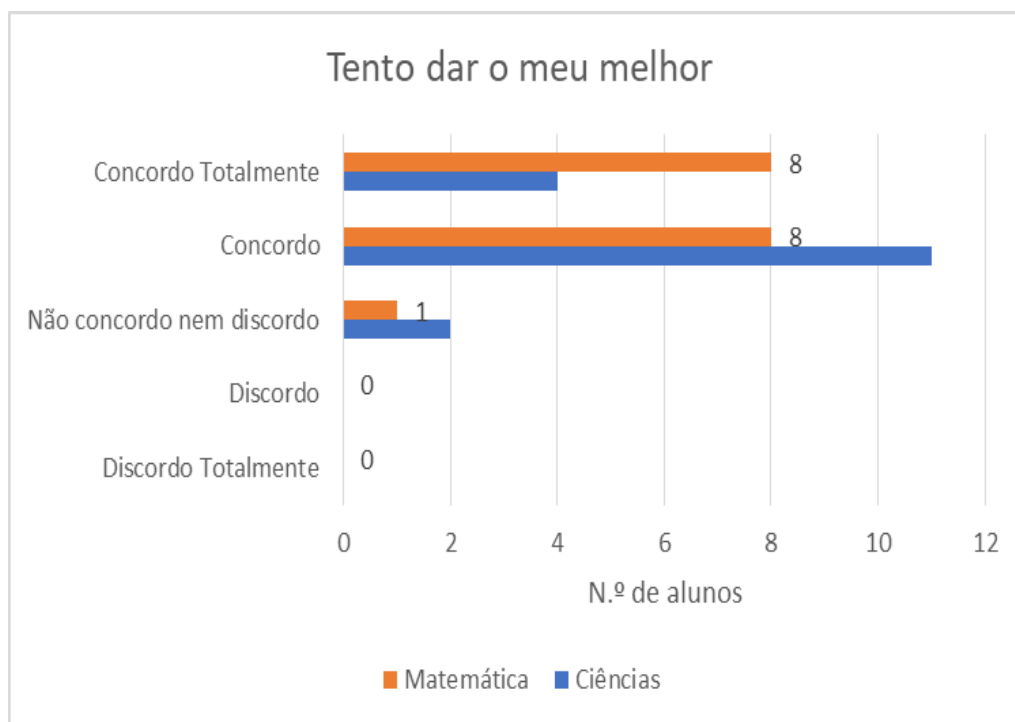


Gráfico 10 – Envolvimento e esforço nas disciplinas de Matemática e Ciências.

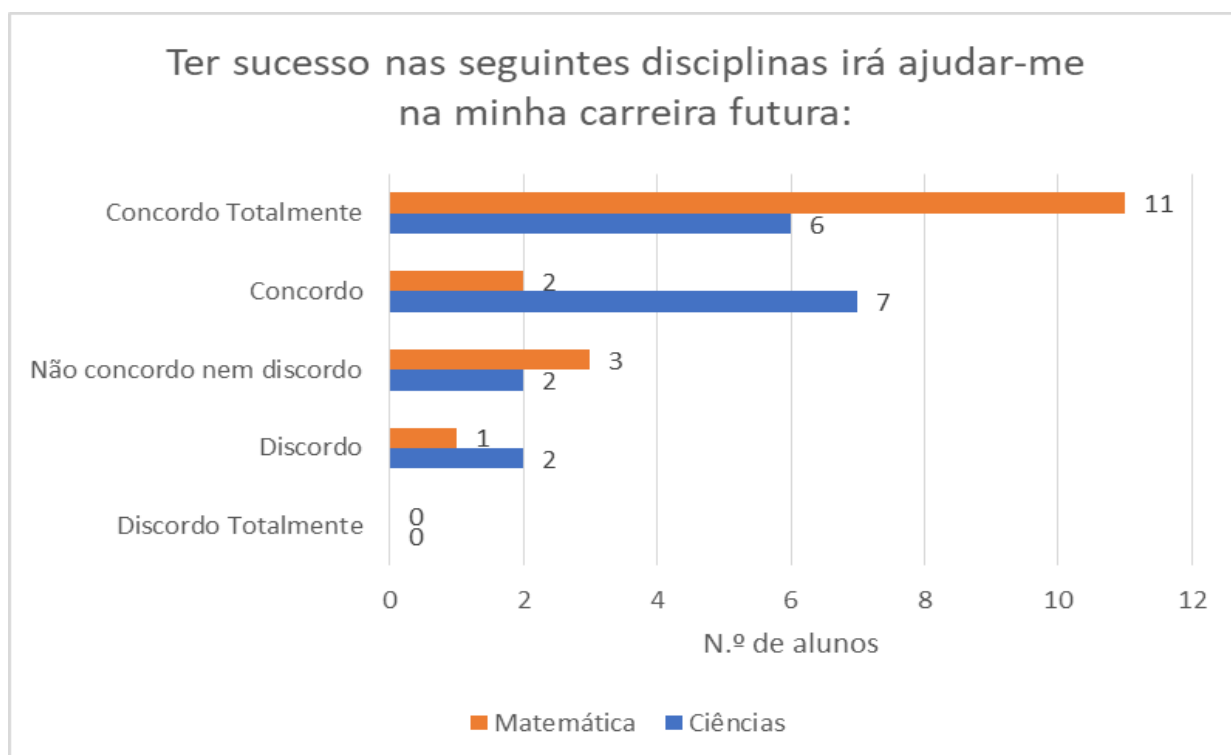


Gráfico 11 – Sucesso como impulsionador da futura carreira

Aproximadamente metade dos alunos manifestou, através do preenchimento do inquérito, que a sua família tem interesse que eles, alunos, sigam carreiras nas diversas áreas curriculares da STEM. Também quase metade dos alunos manifestou que não concordava nem discordava que os pais gostariam que eles seguissem à área de Engenharia ou Ciências (gráfico 12)

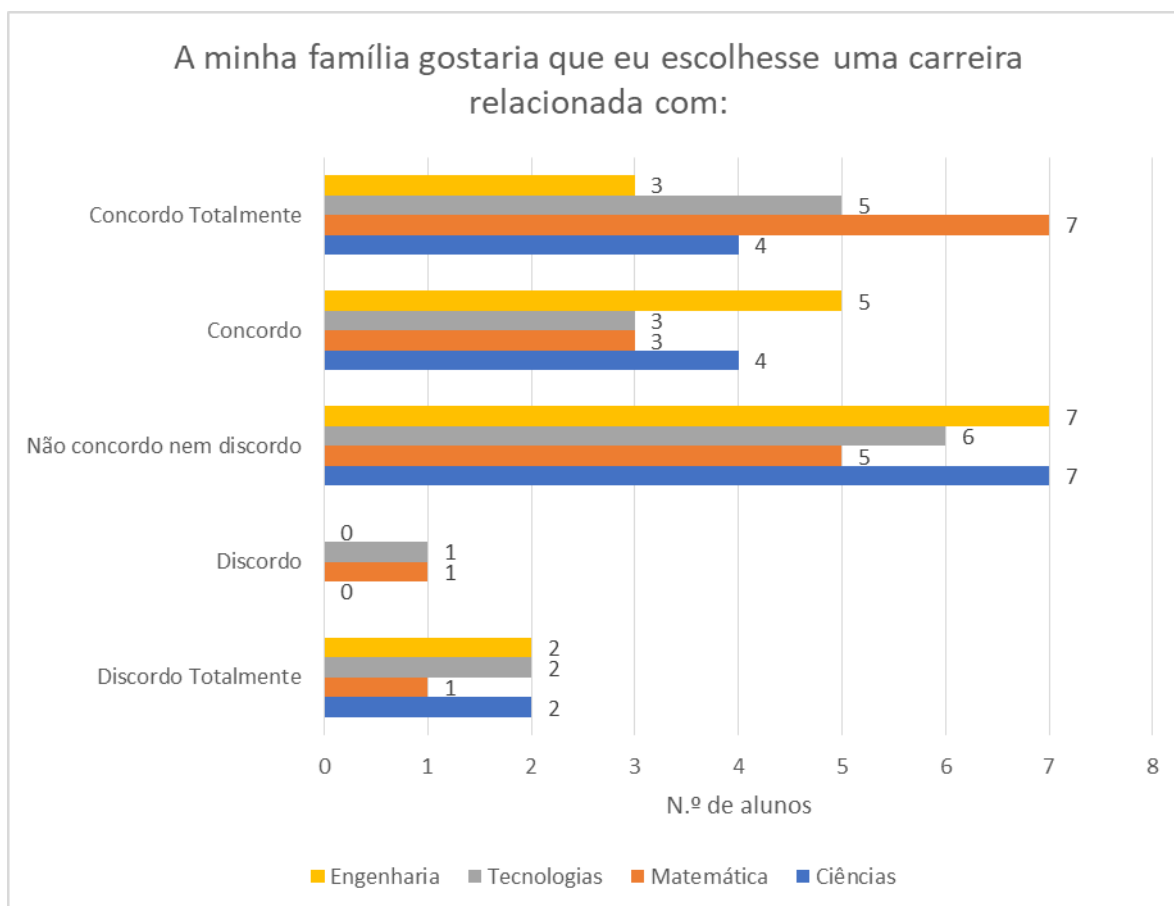


Gráfico 12 – Interesse familiar nas futuras áreas curriculares académicas.

Os alunos mostraram-se muito interessados por carreiras ligadas à área da Matemática e Ciências. Cerca de um terço não concorda nem discorda com o interesse nas Ciências e cerca de 15 % não tem interesse nenhum em seguir as áreas de Engenharia e Tecnologia (gráfico 13). Isto reflete-se no elevado gosto pelas aulas de Matemática e Ciências (gráfico 14). Facto curioso, dois alunos manifestaram, um não gostar das aulas de Matemática e outro não gostar das aulas de Ciências.

Admiram quem trabalha nestas áreas e na área de Tecnologia (gráfico 15). Aproximadamente 40 % dos alunos não concorda nem discorda na admiração dos profissionais que trabalham na área da Engenharia. Esta admiração pode ser traduzida pelo à-vontade que sentem em falar com pessoas que trabalham nas mesmas áreas que admiram, Matemática, Ciências

e Tecnologias e também pelo menos à-vontade (18 %) em falar com pessoas das áreas da Engenharia e Tecnologia (gráfico 16).

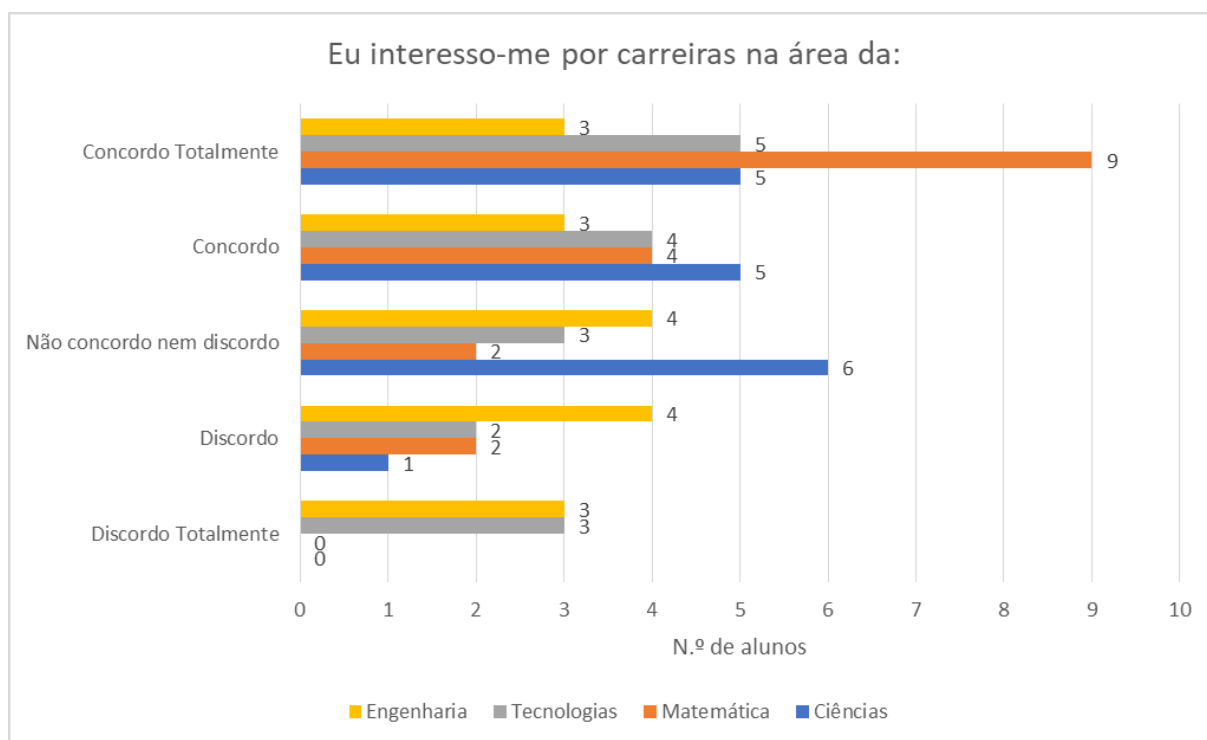


Gráfico 13 – Manifestação de interesse por carreiras nas áreas disciplinares das STEM.

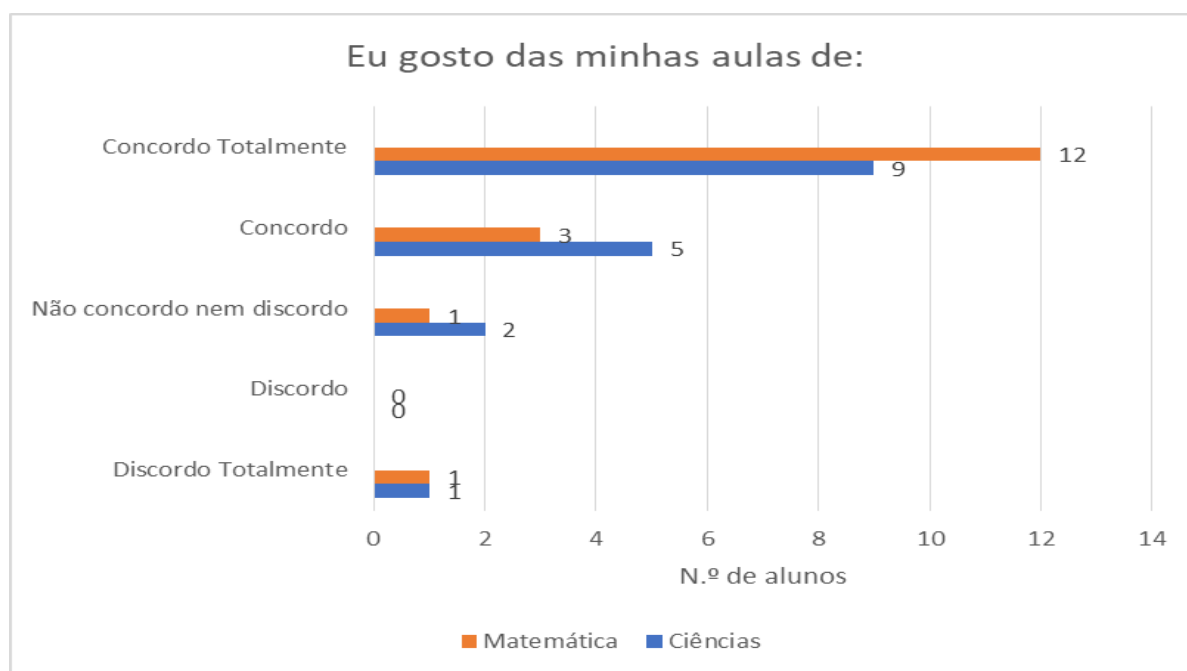


Gráfico 14 – Manifestação do gosto pelas aulas de Matemática e Ciências

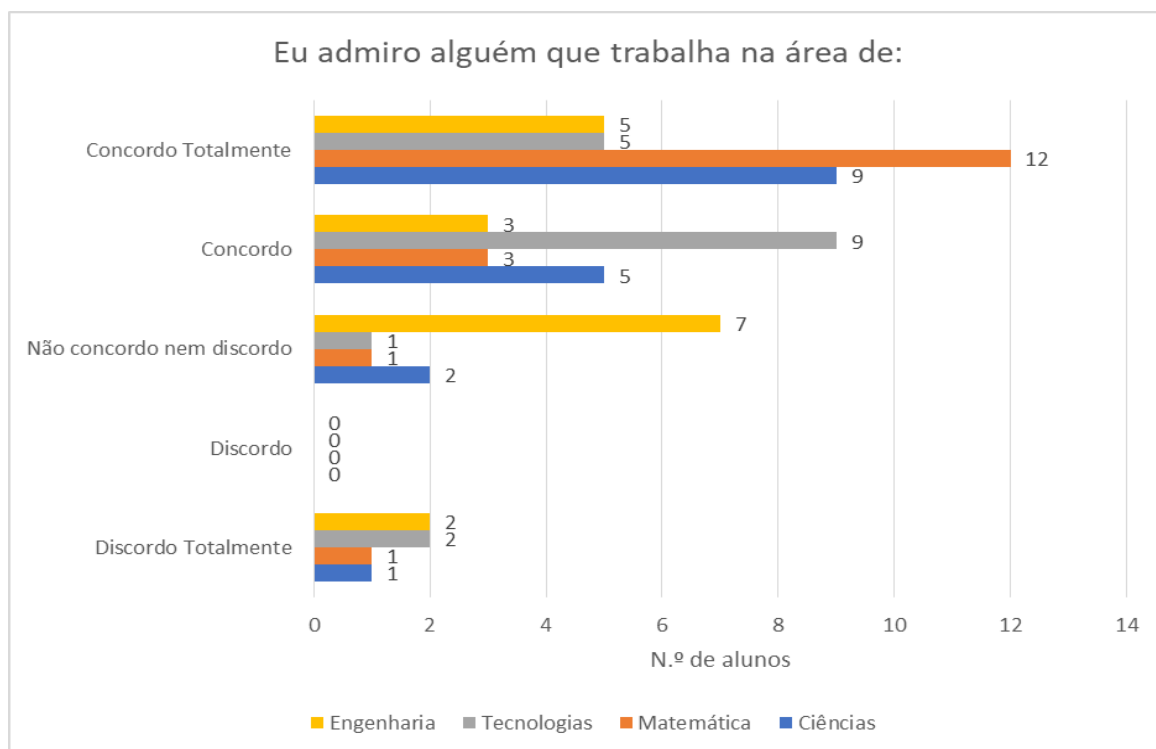


Gráfico 15 – Manifestação da admiração pelos profissionais que trabalham nas áreas científicas da esfera das STEM

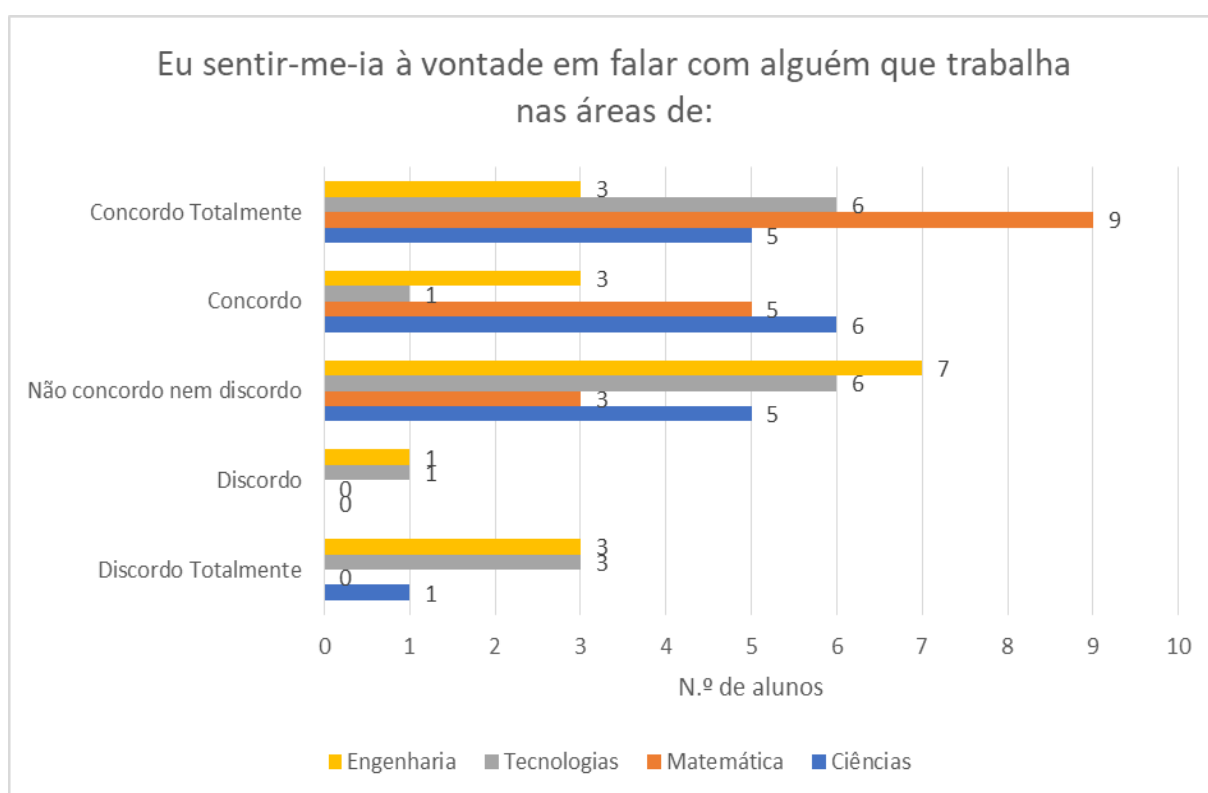


Gráfico 16 – Manifestação do à-vontade em “falar” com profissionais nas áreas científicas da esfera das STEM

Segundo os alunos com uma manifestação de conhecimento ou mesmo grande certeza, cerca de 60 % têm familiares ligados profissionalmente às áreas da Engenharia e Matemática, 40 % ligados às Ciências e 30 % ligados à Tecnologia (gráfico 17).

Cerca de 70% dos alunos acham que vão ganhar muito dinheiro se seguirem uma carreira ligada à área da Matemática e das Ciências. Já não acham tanto se for ligada à Tecnologia e Engenharia e 35 % dos alunos não concorda nem discorda na possibilidade de ganhar muito dinheiro se seguir a área de Engenharia (gráfico 18).

Os alunos consideram ter mais saídas profissionais com a Matemática (82 %) e com as Ciências (70 %). Mais uma vez uma grande parcela de alunos (35 %) não concorda nem discorda que a Engenharia e a Tecnologia permita ter mais saídas profissionais. Alguns alunos (18 %) consideram mesmo que não vão ter mais saídas profissionais se seguirem áreas ligadas à Engenharia (gráfico 19). Também consideram poderem ser mais reconhecidos pelo trabalho que vão desenvolver se seguirem as áreas de Matemática e Ciências (77 %) e mais uma vez cerca de 35 % dos alunos não concorda nem discorda que a Engenharia e a Tecnologia permita ter maior reconhecimento pelo trabalho que vão desenvolver (gráfico 20). Neste ponto, alguns alunos consideram que a área das Ciências não vai contribuir para o seu reconhecimento (12 %).

Ainda sobre o reconhecimento profissional os alunos distribuem-se sobre o reconhecimento ou não, das profissões relacionadas com línguas e humanidades (gráfico 21).

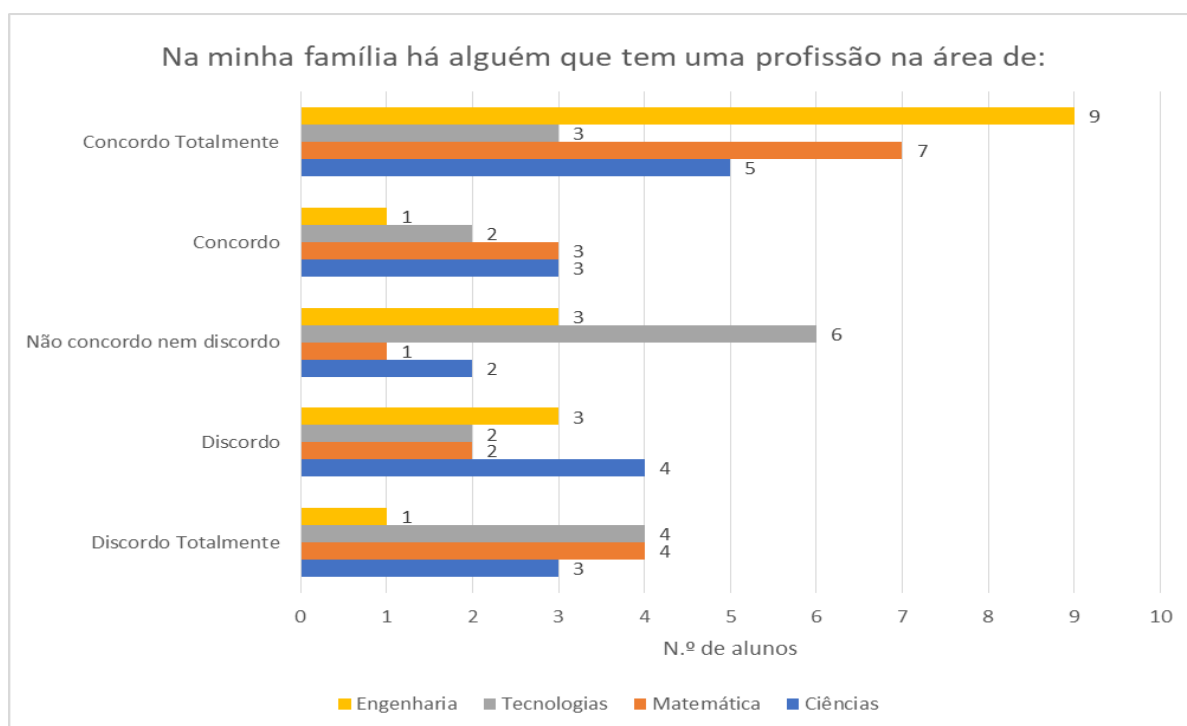


Gráfico 17 – Distribuição familiar pelas profissões ligadas às disciplinas STEM.

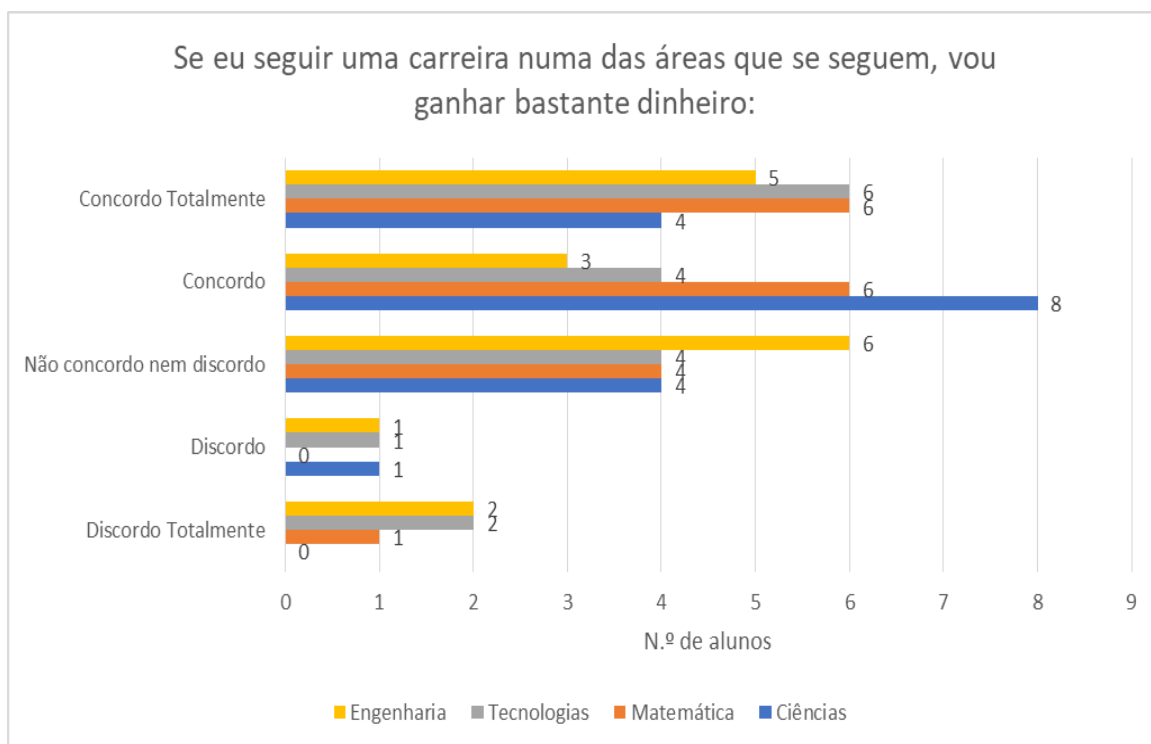


Gráfico 18 – Manifestação da expectativa de recompensa monetária na situação de ter uma profissão ligada as disciplinas STEM.

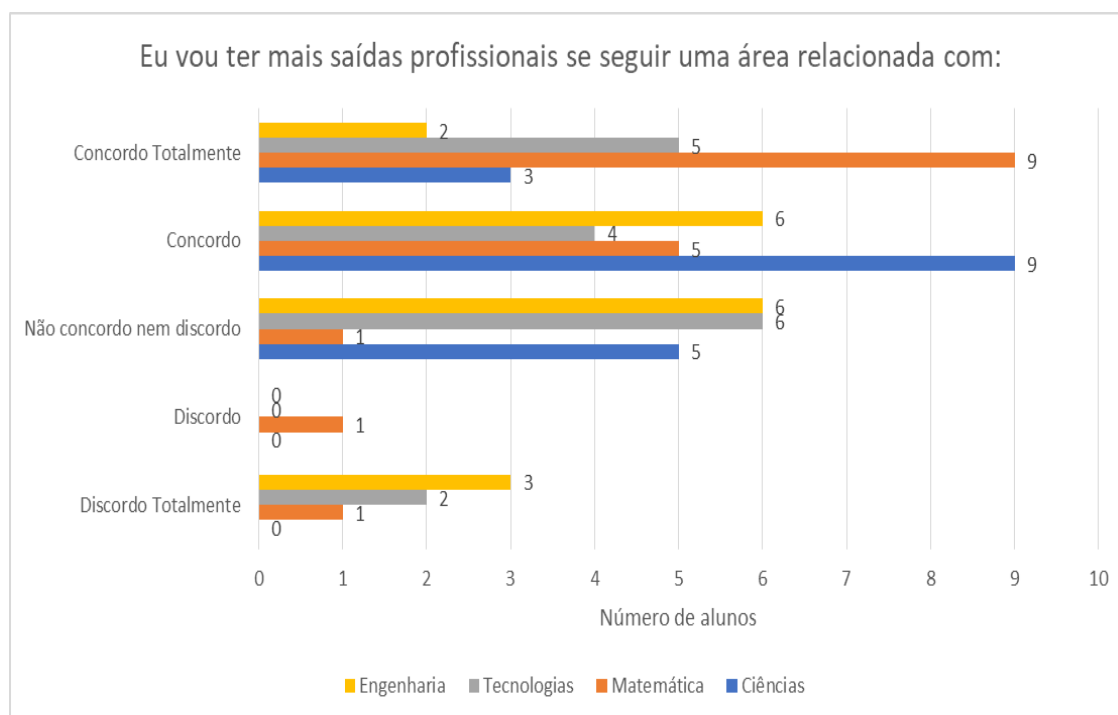


Gráfico 19 – Manifestação da expectativa relativamente às saídas profissionais ligadas às disciplinas STEM

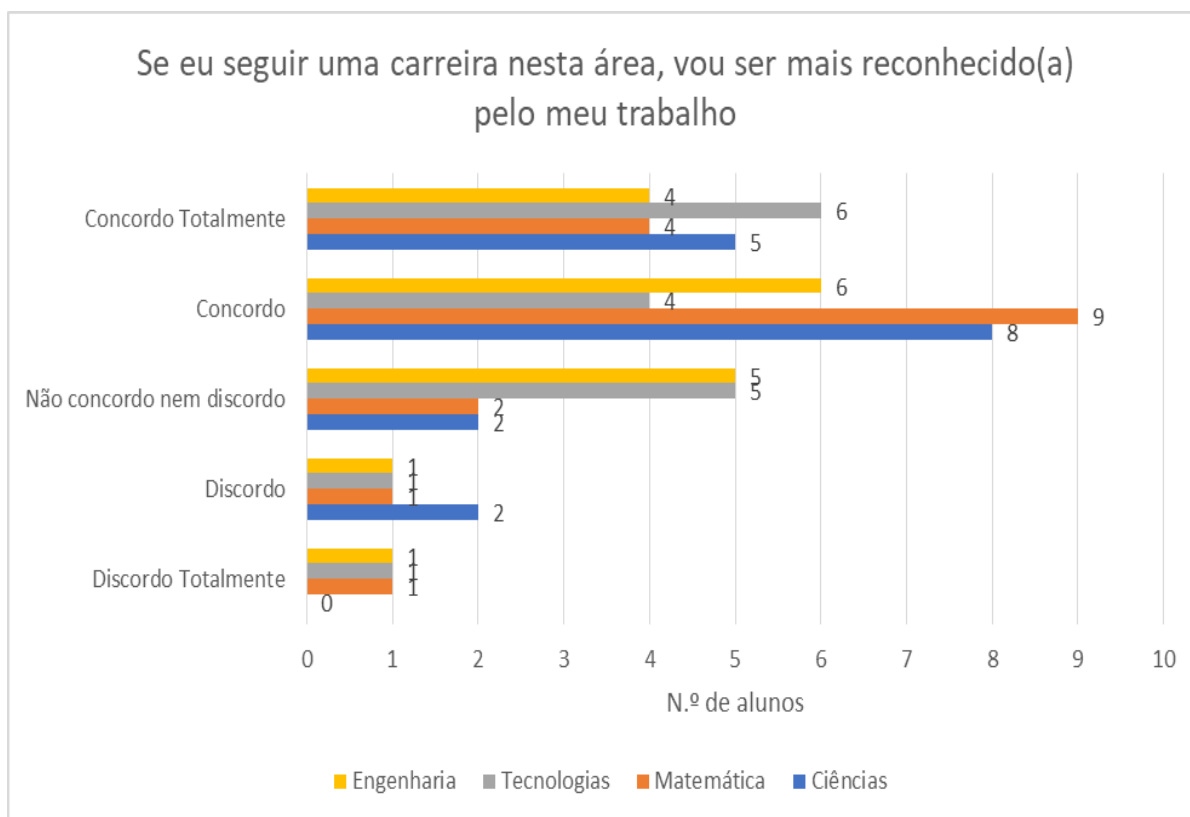


Gráfico 20 – Manifestação da expectativa de reconhecimento pelo trabalho desenvolvido nas áreas disciplinares STEM

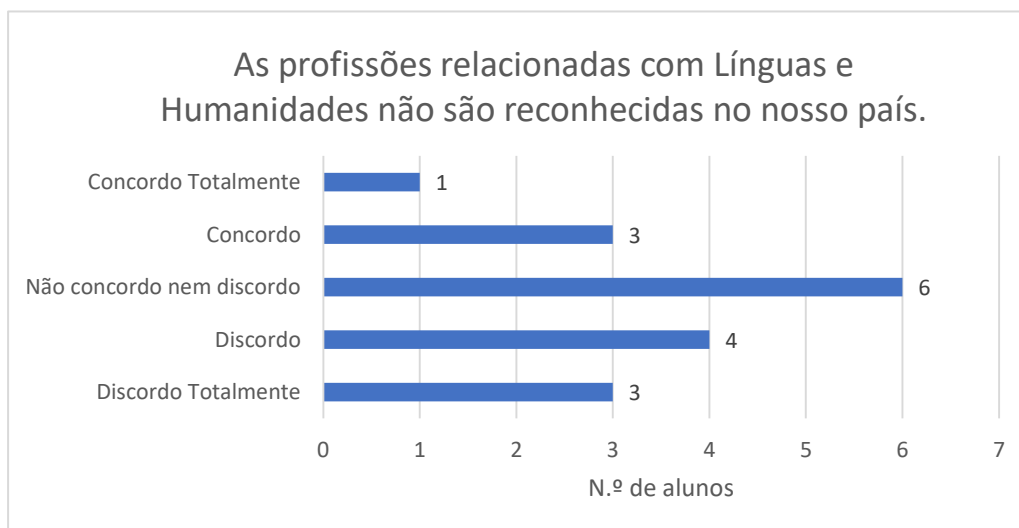


Gráfico 21 – Reconhecimento das profissões ligadas às Línguas e Humanidades

A relação com a Engenharia e a Tecnologia continuam a refletir as questões anteriores. Na relação com a Tecnologia (gráfico 22) os alunos dividem-se: se for na aplicação (82 %) e utilização (70 %) na sala de aula manifestam gosto e interesse na sua utilização; se for em conseguir aprender a trabalhar com as Tecnologias (53 %) ou na futura carreira profissional (47 %) o interesse já é menor (47 %); conseguir ter um bom desempenho nas atividades que envolvem a Tecnologia, 53 % dos alunos não concorda nem discorda que isso seja possível.

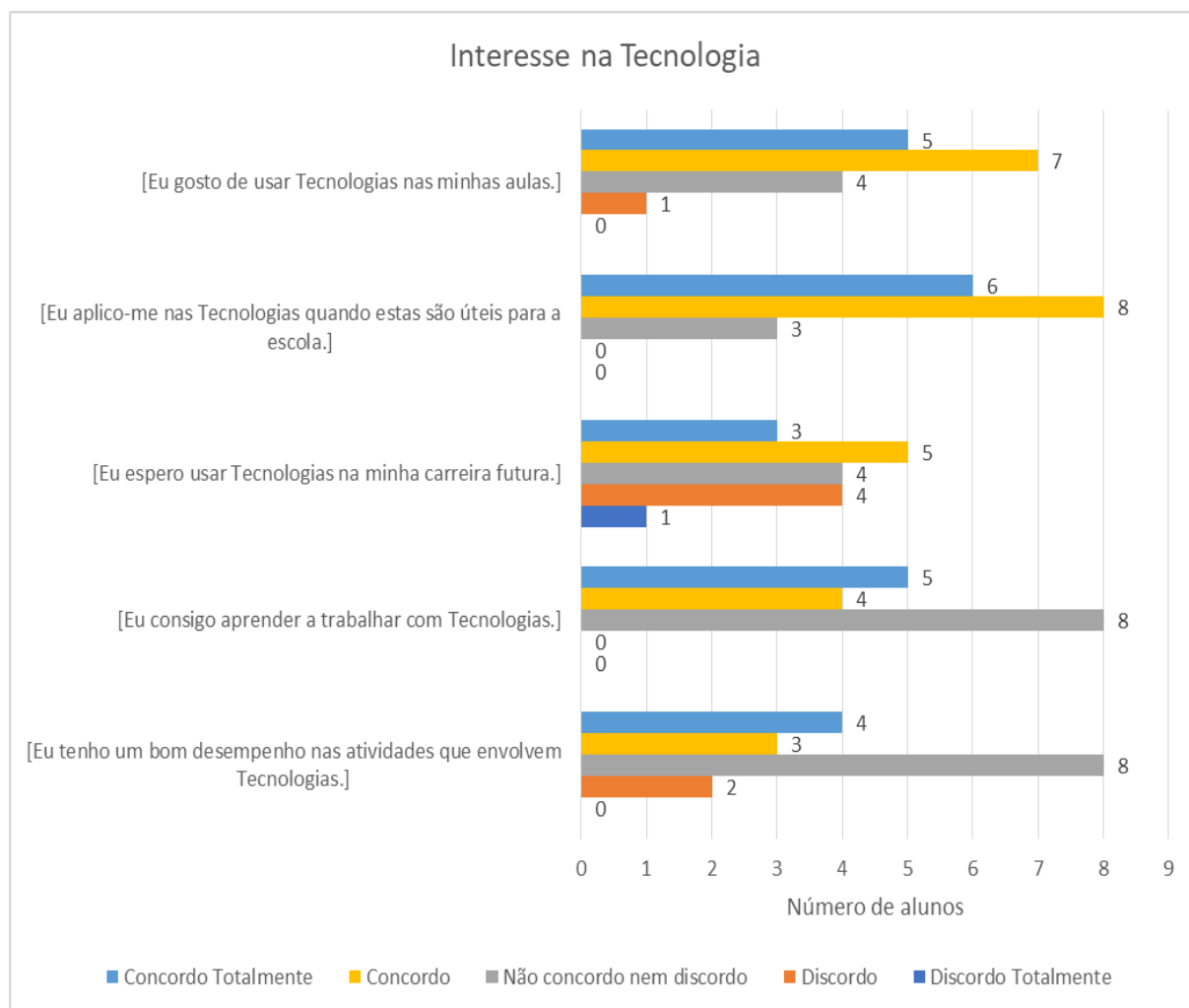


Gráfico 22 – Manifestação do interesse relativamente ao envolvimento, interesse, conhecimento e desempenho na área da Tecnologia.

Na relação com a Engenharia o panorama de concordância altera-se. Os alunos já sentem um menor relacionamento com a aplicação e gosto pela Engenharia, assim como na capacidade de aprender a trabalhar e desempenhar tarefas que envolvam a envolvam (gráfico 23).

Ao observamos o gráfico 23 o que sobressai é a coluna do meio (não concorda nem discorda) o que vem refletir o menor interesse e envolvimento que os alunos têm com esta disciplina relativamente às outras disciplinas que constituem as disciplinas STEM. Em nenhuma das situações o grau de concordância é superior (não concorda nem discorda) e chega mesmo a ser inferior à discordância no que diz respeito em usar conhecimentos de Engenharia na sua futura profissão e ter um bom desempenho em atividades que envolvem a Engenharia.

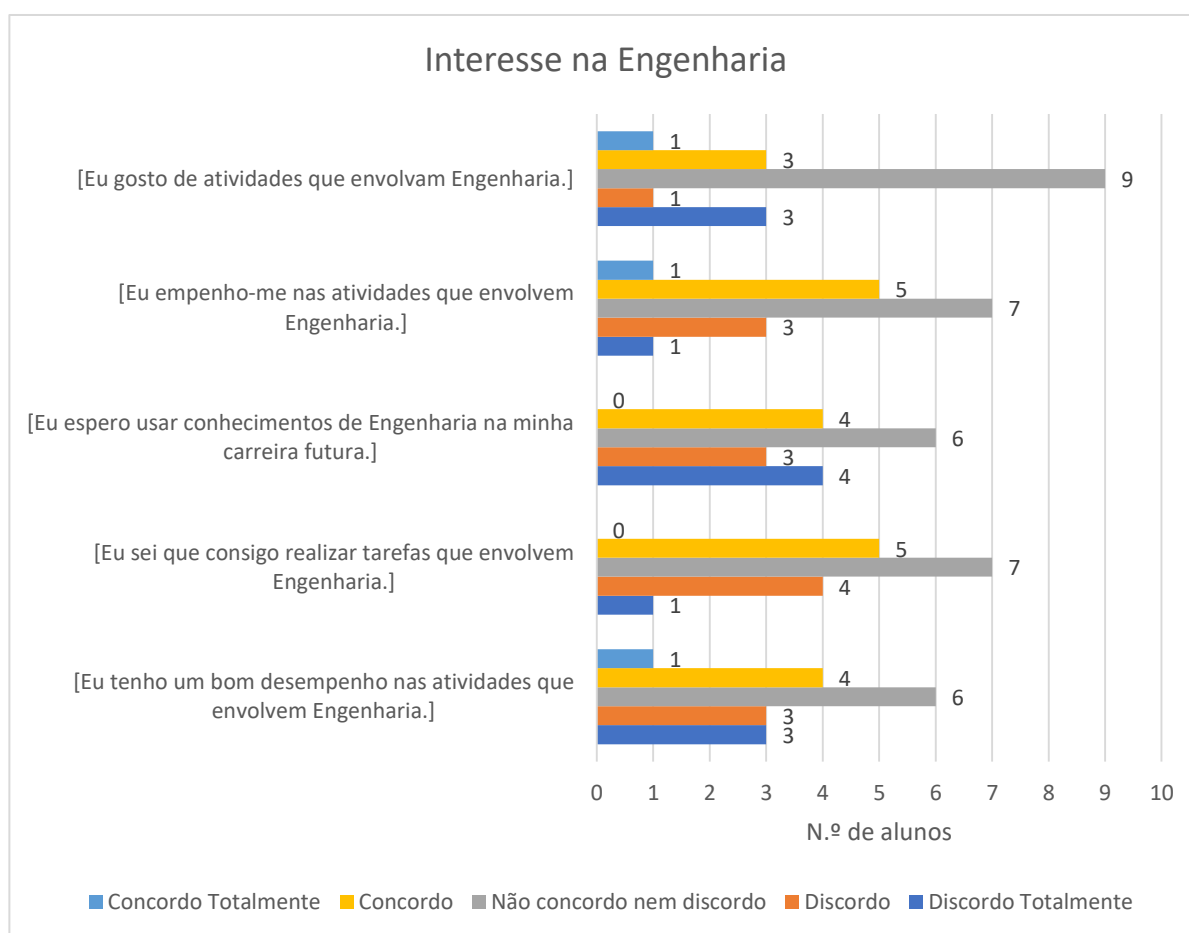


Gráfico 23 – Manifestação do interesse relativamente ao envolvimento, interesse, conhecimento e desempenho na área da Engenharia.

Os alunos no questionário manifestaram a sua concordância em seguir carreira nas áreas da Matemática (77 %) e das Ciências (70 %) (gráfico 24). Relativamente às áreas de Engenharia e Tecnologia manifestaram predominantemente não concordar nem discordar no interesse em seguir as áreas de Engenharia e Tecnologia (41 %), havendo uma maior preferência pela Tecnologia (41 %) na comparação com a Engenharia (35 %).

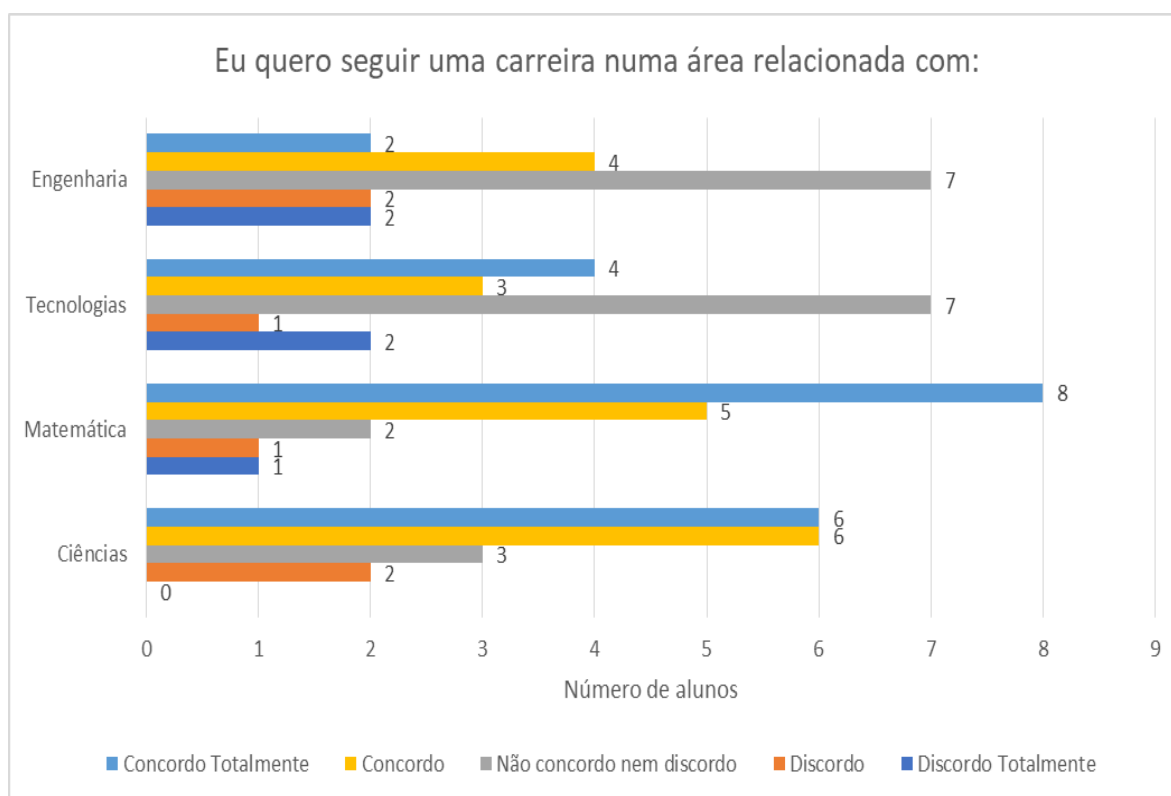


Gráfico 24 – Manifestação de interesse em seguir uma carreira ligada às disciplinas STEM.

A juntar a este interesse dos alunos pela área das Ciências, junta-se o interesse e motivação familiar (gráfico 25), segundo os alunos, pelas aulas de Ciências (65 %) e o encorajamento para estudarem Ciências (70 %).

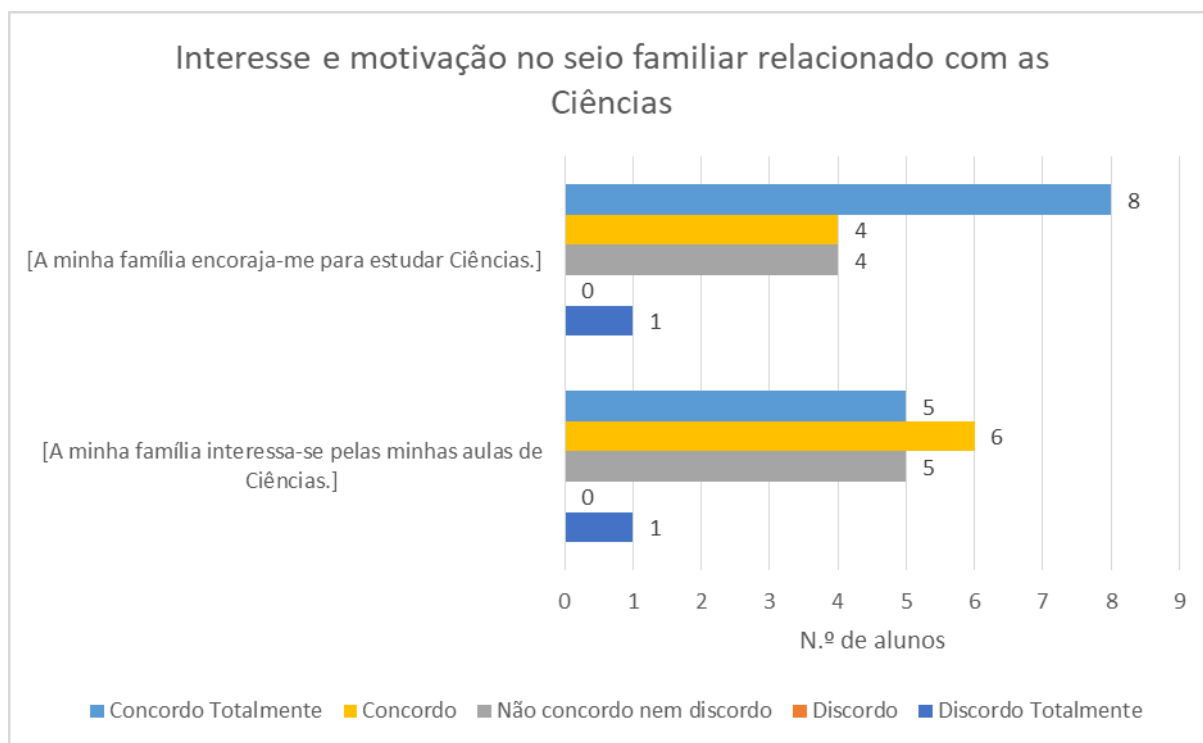


Gráfico 25 – Incentivo e interesse familiar pelas aulas e estudo na área das Ciências.

Deste modo, parece haver correspondência ao interesse de no futuro entrar numa boa Universidade (gráfico 26) na área da Matemática (70 %) e das Ciências (65 %) e um menor interesse nas áreas da Engenharia e Tecnologia (41 %).

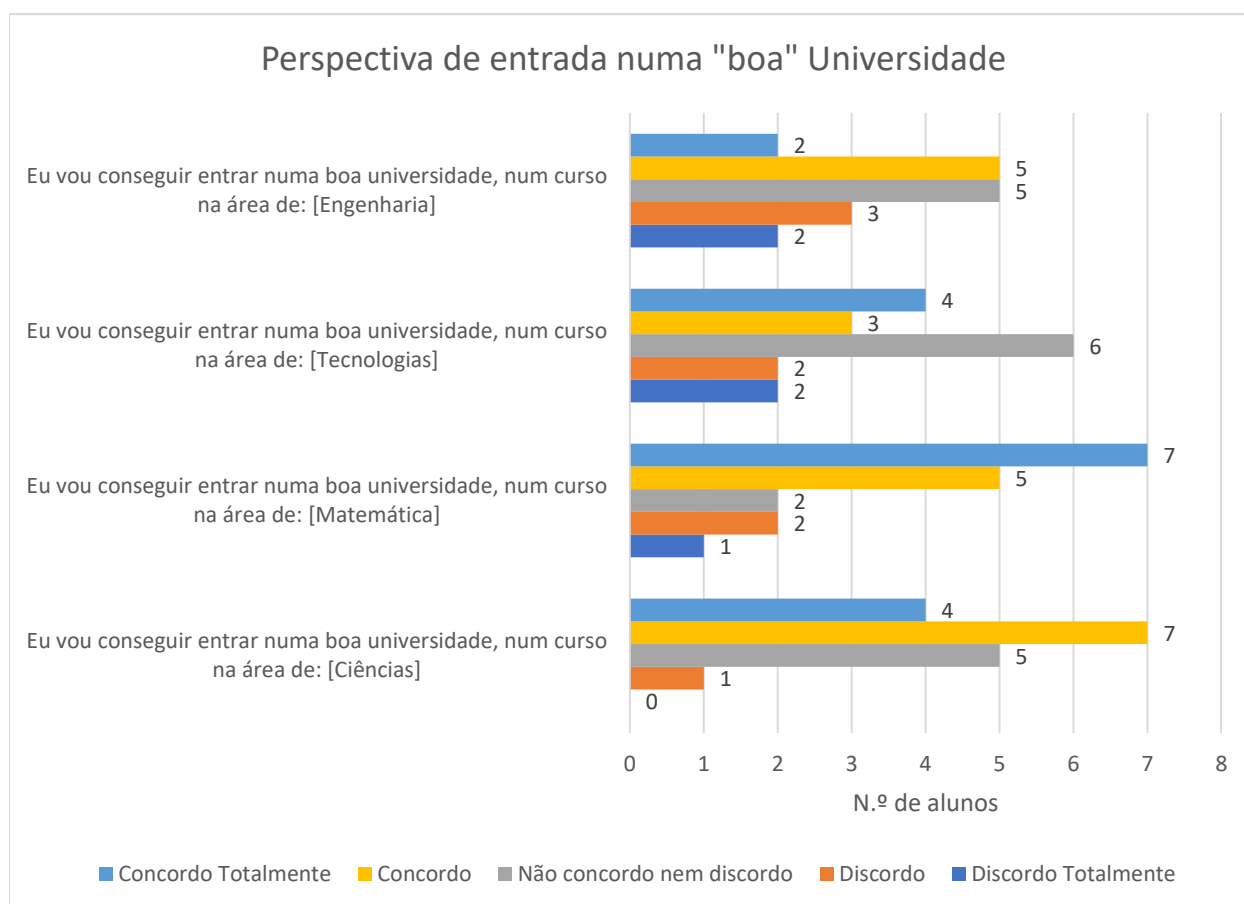


Gráfico 26 – Perspetiva de entrada numa “boa” Universidade nas áreas ligadas às disciplinas STEM.

Consequentemente, também podemos verificar essa correspondência de interesses em tirar um curso universitário (gráfico 27) ligado predominantemente às áreas da Matemática (65 %) e Ciências (59 %), e um menor interesse em cursos ligados à Engenharia (18 %) e à Tecnologia (29 %). Pela observação do gráfico 27 podemos até verificar que quase metade dos alunos, não concorda nem discorda, em tirar esses cursos. É curioso observar que mais de metade dos alunos espera ter uma carreira profissional de sucesso com contributos importantes para a Ciência (gráfico 28).

Na expectativa de ter uma profissão ligada às áreas das disciplinas STEM (gráfico 29), também encontramos correspondência na expectativa em ter profissões mais ligadas às áreas da Matemática (83 %) e das Ciências (65 %) do que às áreas da Engenharia e Tecnologia (41 %).

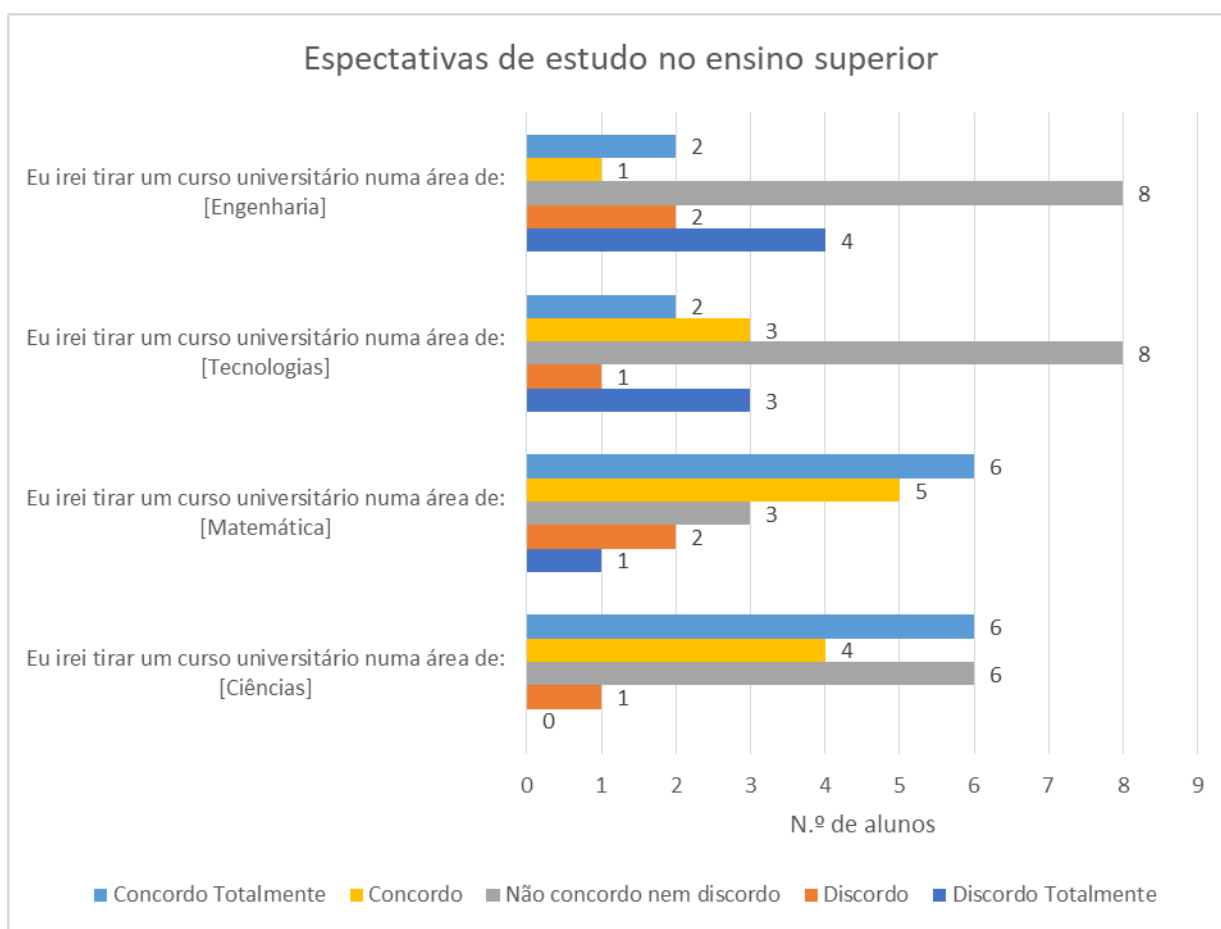


Gráfico 27 – Expectativa em tirar um curso ligado às áreas das disciplinas STEM.

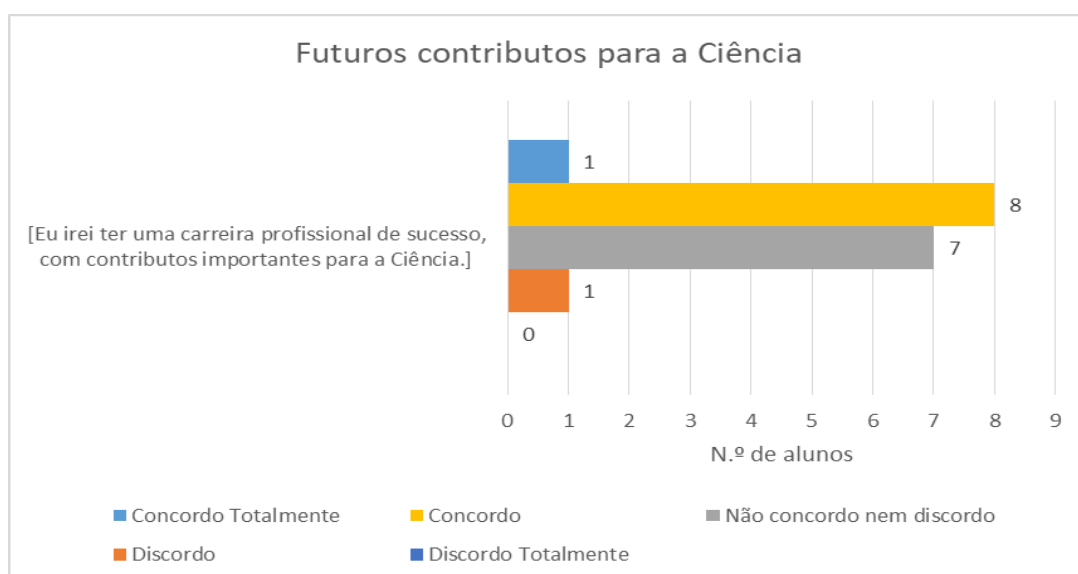


Gráfico 28 – Expectativa em contribuir para o desenvolvimento da Ciência.

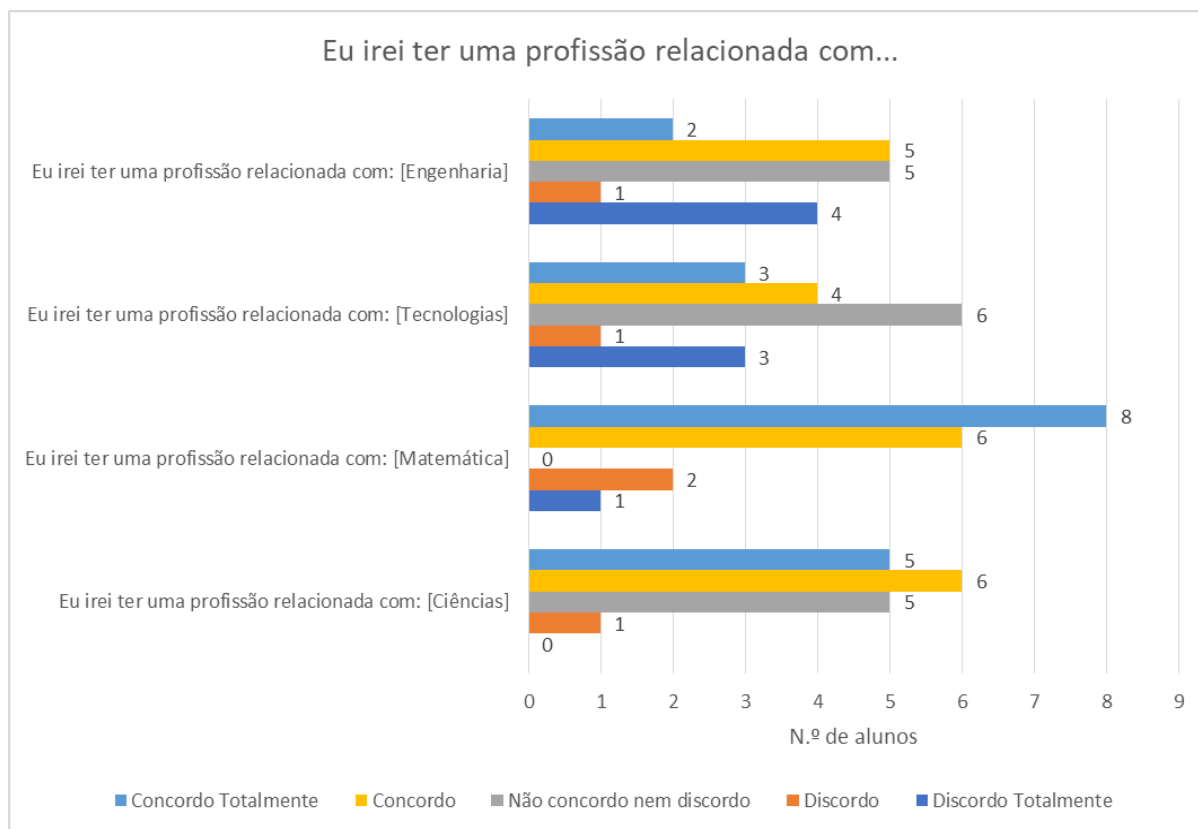


Gráfico 29 – Expectativa em conseguir ter uma profissão ligada às disciplinas STEM.

Os alunos deste estudo consideraram de grande mérito e reconhecem competência nos cientistas (gráfico 30). Uma carreira na área das Ciência poderia ser uma condição necessária para aprender a trabalhar em equipa (59 %). Consideram que os cientistas fazem grande diferença à nossa sociedade (94 %), por isso ter uma carreira científica seria desafiante (94 %) e seria bom trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas (59 %). Neste ponto 41 % não concorda nem discorda com esta possibilidade.

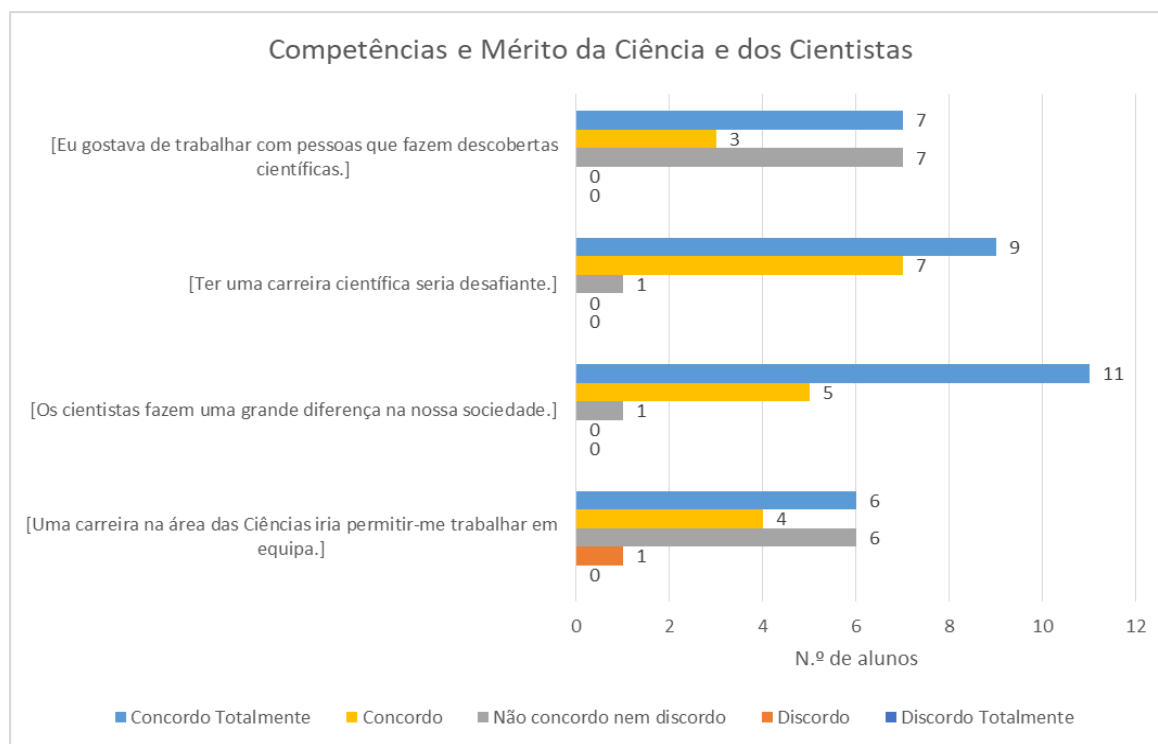


Gráfico 30 – Competências e Mérito das Ciências e Cientistas.

Na relação com as Ciências Físico – Químicas (gráfico 31) os alunos responderam divertir-se a estudar a disciplina (94 %) e compreenderem facilmente o que é explicado (88 %). Relativamente a ter bons resultados, um número mais baixo de alunos manifestaram conseguir obter (70 %), no entanto, têm mais vontade de ir à Escola quando têm nesse dia Ciências Físico – Químicas (82 %).

Foram mais os alunos (82 %) que acham que a disciplina deveria ser obrigatória para todos os cursos, apesar de acharem ser uma disciplina difícil (65 %). Esta maioria na obrigatoriedade pode ser explicada pela manifestação de alegria ao estudar a disciplina (76 %) e considerarem ser importante na sua vida (76 %). Não consideram ser uma perda de tempo estudar a disciplina (82 %) nem “provocar uma sensação desagradável” (82 %).

A perceção da aplicação prática das Ciências Físico - Químicas (gráfico 32) é manifestada pelos alunos (76 %) e consideram ser agradável ir para as aulas desta disciplina (94 %), apesar de um menor número de alunos considerar ser fácil ser bom aluno (59 %). Sentem que resolver as atividades é útil para a vida (82 %) e não sentem vontade de desistir quando tentam resolver um problema de Ciências Físico – Químicas (59 %). Esta vontade é reforçada pelo gosto em estudar a disciplina (88 %) e na sua utilidade no dia-a-dia (76 %). Na capacidade de ter facilmente boas notas as opiniões dividem-se, mas com pendor para a facilidade (53 %). Consideram ser fácil resolver problemas (59 %) e o seu interesse pelas Ciências Físico – Químicas não diminui ao longo do tempo de escola (71 %).

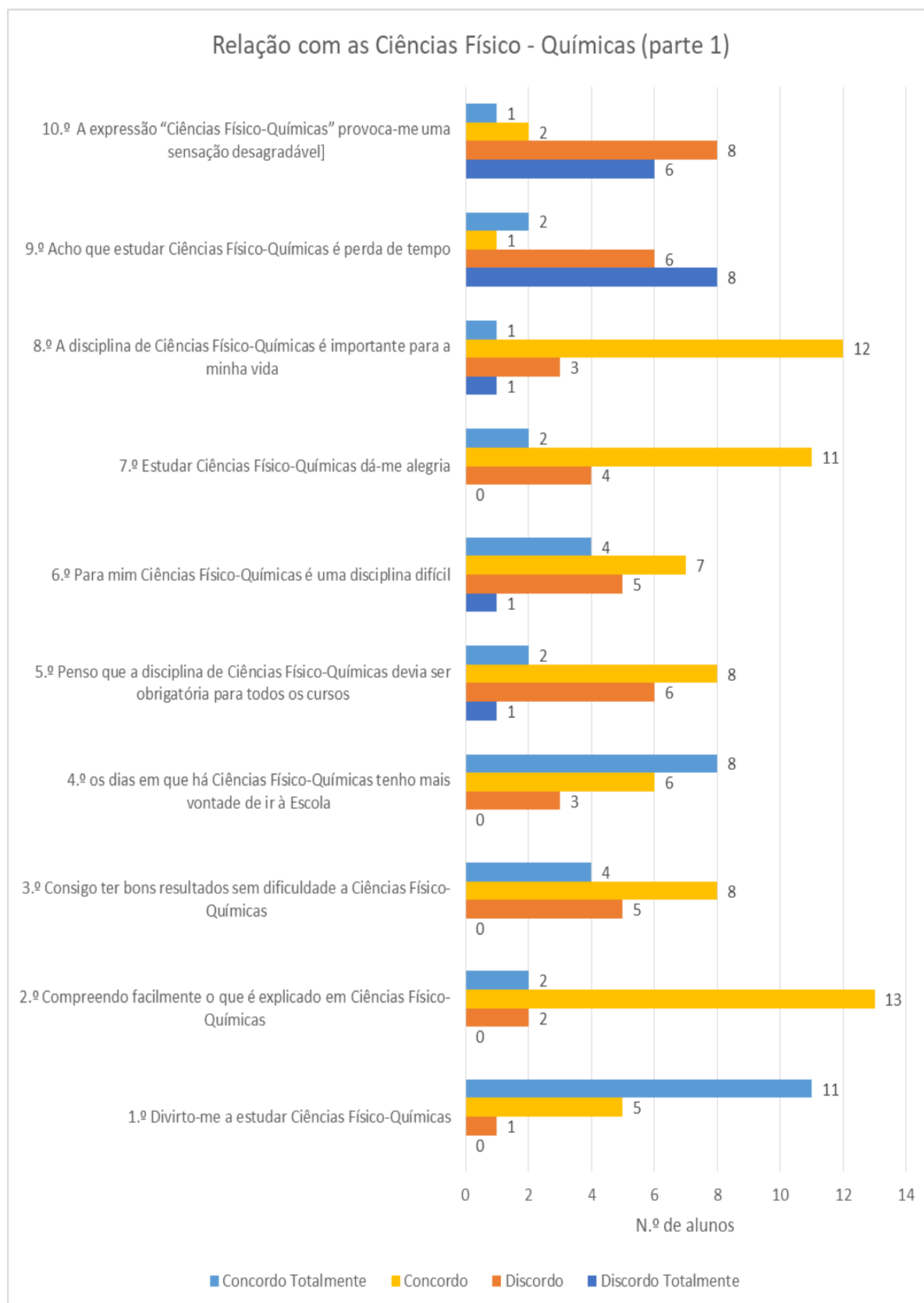


Gráfico 31 – Apreciação da relação com as Ciências Físico – Químicas (parte 1).

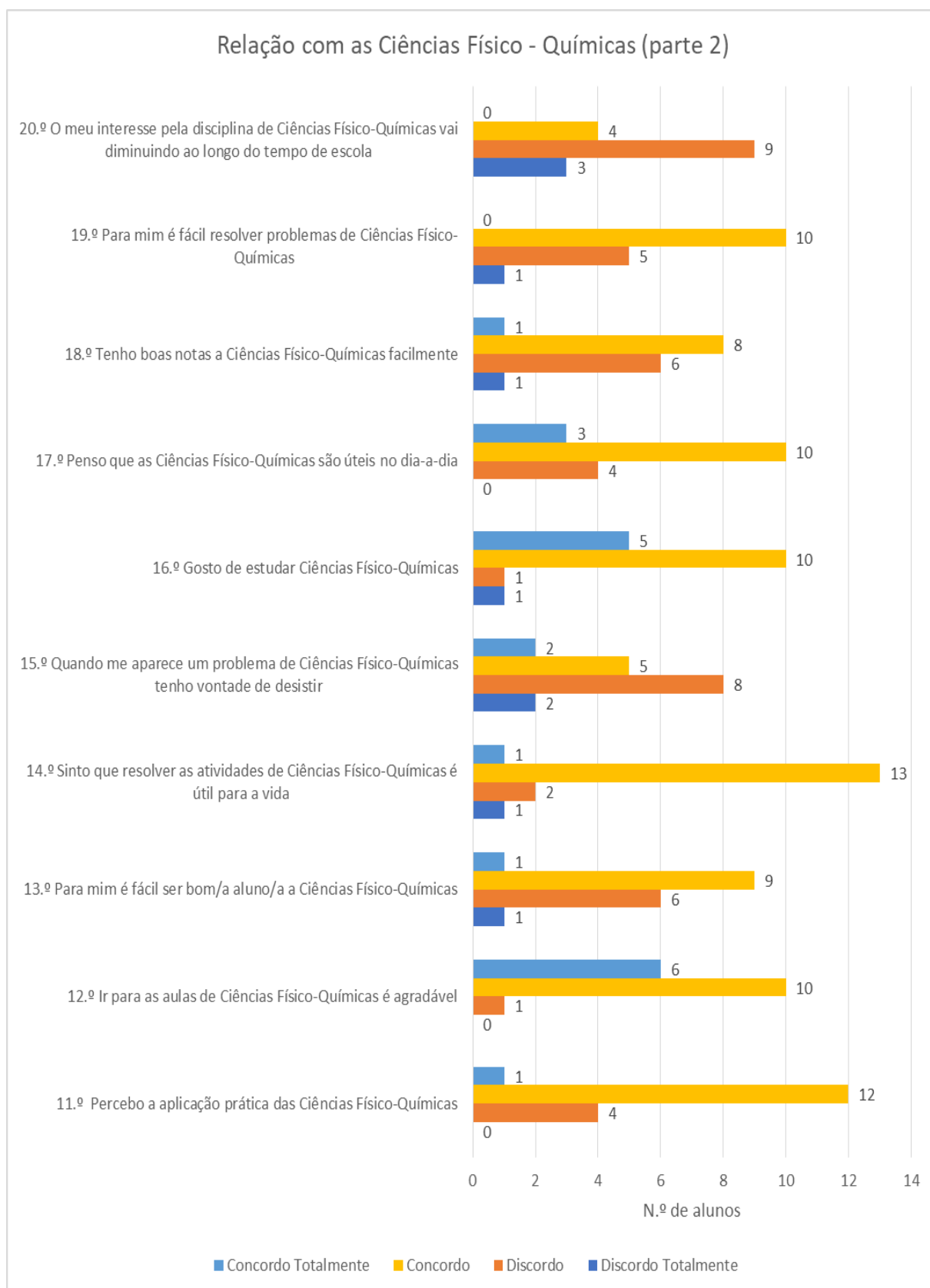


Gráfico 32 – Apreciação da relação com as Ciências Físico – Químicas (parte 2).

Os alunos manifestam realizar as atividades de Ciências Físico – Químicas (gráfico 33) com facilidade (59 %) e não seria bom deixar de estudar a disciplina (76 %).

A resolução dos problemas não os desanimam (71 %) nem a disciplina os deixam irritados (76 %). Pelo contrário, consideram que estudar Ciências Físico – Químicas dão-lhes mais competências (59 %) e os deixam mais tranquilos (71 %).

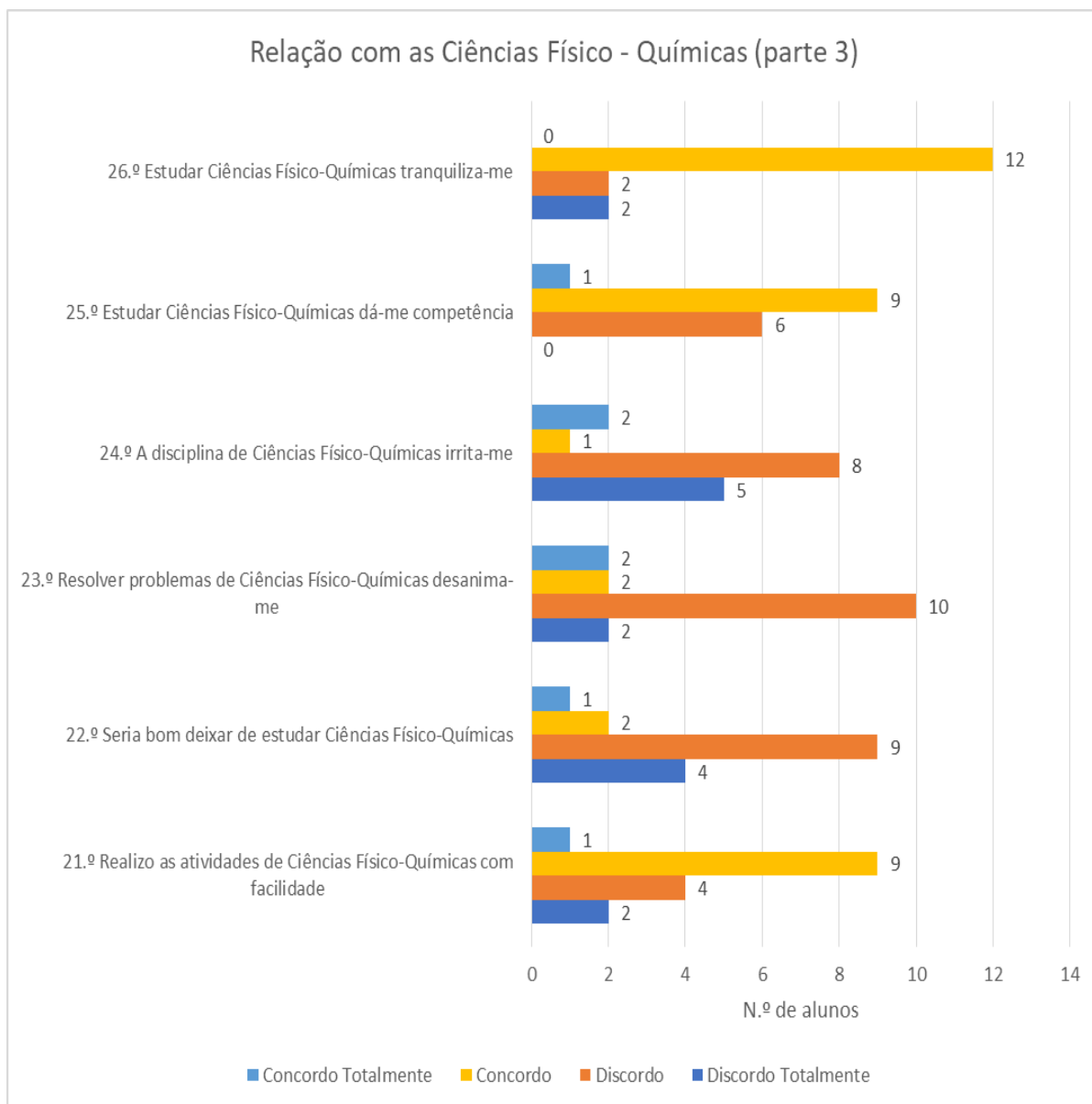


Gráfico 33 – Apreciação da relação com as Ciências Físico – Químicas (parte 3).

Num registo final, consideraram indiferente a disciplina de Ciências Físico - Químicas ser uma área só para rapazes ou para raparigas (gráfico 34). Facto curioso foi possível observar na resposta Q13, uma aluna que considerou a disciplina de ciência físico – químicas ser mais adequada para rapazes e talvez por isso, terá assinalado a área de ciências e tecnologia apenas em 3.º lugar na escolha de preferências.

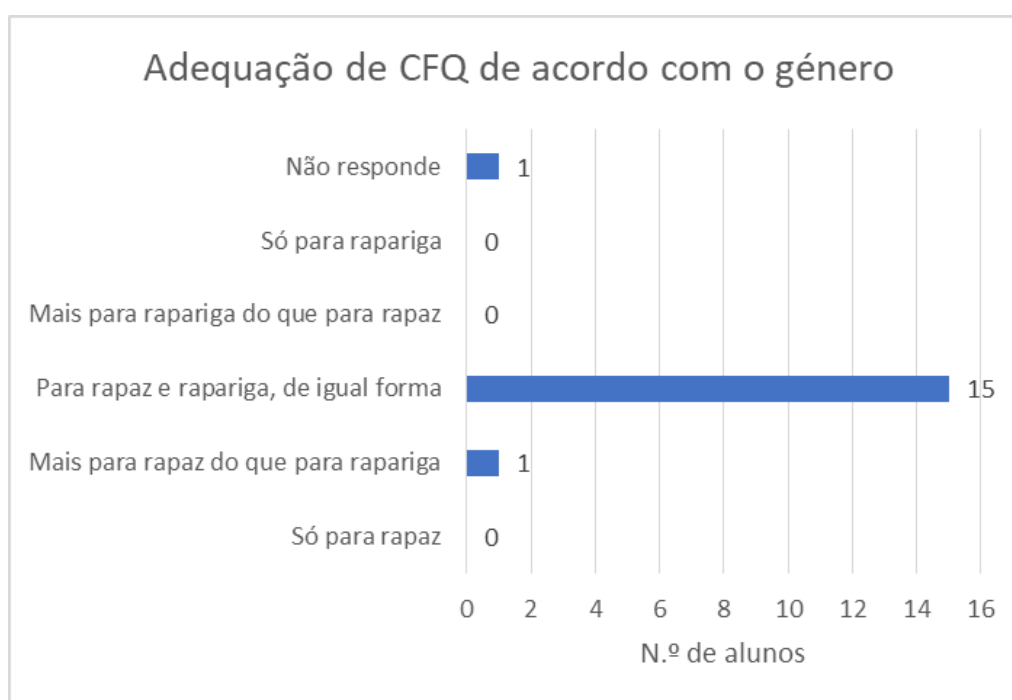


Gráfico 34 – Adequação de CFQ de acordo com o género.

Tal como foi referido no início deste ponto, na procura de dar resposta à primeira questão de investigação, os dados foram categorizados em dois domínios: Motivação e Interesse; Evolução da Motivação e Interesse. No que agora diz respeito à Evolução da Motivação e Interesse foram realizadas entrevistas, que fornecem dados que nos permitem comparar a evolução durante a execução deste projeto.

Foi construído um quadro (Quadro 5.1) onde foram registados os interesses manifestados pelos alunos sobre a área de prosseguimento de estudos quando realizaram o questionário, no início do projeto, e comparativamente foram registos os interesses manifestados durante a entrevista, no final do projeto.

| Aluno | No início do projeto | No final do projeto |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Q1 | Ciências Socioeconómicas | Ciências Socioeconómicas (Economia) |
| Q2 | Ciências Socioeconómicas | Ciências Socioeconómicas (Economia) |
| Q3 | Curso Profissional | (Não tem uma ideia definida) |
| Q4 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Informática) |
| Q5 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Tecnologia) |
| Q6 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Tecnologia) |
| Q7 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Medicina) |
| Q8 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Ciências) |
| Q9 | Artes Visuais | Ciências e Tecnologia (Desporto) |
| Q10 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Engenharia) |
| Q11 | Línguas e Humanidades | (Cabeleireira) |
| Q12 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Desporto) |
| Q13 | Curso Profissional (Desporto) | Ciências e Tecnologia (Ciências) |
| Q14 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Matemática) |
| Q15 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Química) |
| Q16 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia (Matemática) |
| Q17 | Ciências e Tecnologia | Ciências e Tecnologia |

Quadro 5.1 – Comparação de interesses no prosseguimento de estudos, no início e no final do projeto de investigação.

Estruturas cognitivas sobre os conceitos de peso e massa

Para procurar dar resposta à segunda questão, “Quais são as estruturas cognitivas sobre os conceitos de peso e massa, antes do desenvolvimento da abordagem STEM?”, foi mobilizada a ferramenta de estudo Word Association Test (WAT), um método de mapeamento de frequências para identificar as estruturas cognitivas dos alunos.

Não podemos esquecer que a teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais. À medida que um novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno, adquire significado para ele, a partir da relação com seu conhecimento prévio (Silva, 2020).

Compreender as estruturas cognitivas dos alunos num domínio de conhecimento específico ajuda a determinar as características de "o quê, como e por quê" de tal conhecimento, para que possamos levar essas estruturas em consideração no ensino (Derman & Eiks, 2016).

Foram fornecidos aos alunos um livreto com seis páginas, cada uma fornecendo uma palavra-estímulo: força, dinamómetro, peso, balança, massa e matéria. Todas as palavras estímulo estão relacionadas com os conteúdos peso e massa do programa de sétimo ano de ciências físico – químicas, garantindo-se a validade do conteúdo do WAT. Cada página continha uma palavra-estímulo e um espaço em branco para escreverem as palavras de resposta. Os alunos tiveram entre vinte a vinte e cinco minutos para responderem ao livreto e de uma forma geral evidenciaram muitas dificuldades para resolver a tarefa. Não sabiam o que escrever ou manifestavam receio de escrever o que pensavam. Foi preciso “sossega-los” e fazê-los compreender que se tratava apenas de um mero exercício académico e que posteriormente, iríamos em conjunto, sem identificar ninguém, refletir sobre as respostas.

O método utilizado para construção do mapa de frequências foi o descrito por Nakibog˘lu, (2008) e de acordo com Shavelson (1974, conforme citado por Bahar et al., 1999, p. 137), contar o número de respostas para cada palavra de estímulo é um método de resumir os dados do teste de associação de palavras. Assim, foram contadas as palavras de resposta para cada palavra de estímulo a partir de todas as respostas dos alunos. Para a contagem foram consideradas palavras - resposta "válidas" se fossem significativas e aceitáveis em termos do conceito de peso e massa, mas também as que faziam sentido nos seus conhecimentos. De seguida, os mapas semânticos das associações mais frequentes foram reunidos numa tabela e subsequentemente construído o mapa de frequências. O intervalo de frequência mais alto foi $65 \leq f \leq 74$ e o último intervalo de frequência

foi considerado $5 \leq f \leq 14$ porque quase todas as palavras-estímulo apareceram no mapa neste intervalo de frequência.

A tabela 1 dá a frequência das palavras resposta associadas as palavras-estímulo e um mapa de frequência foi construído para mostrar as relações entre as palavras-estímulo e as palavras-resposta (figura 5.1, 5. 2 e 5. 3).

Observando a tabela 5.2 podemos verificar que as palavras – estímulo são fornecidas na primeira linha e as palavras – resposta são fornecidas na primeira coluna. A respetiva contagem é registada na quadrícula que resulta da interação de colunas e linhas.

Nas figuras 5.1, 5. 2 e 5. 3, encontram-se representados o respetivo mapa de frequências dos dados recolhidos.

| | Palavras de estímulo | | | | | |
|----------------------|----------------------|-------|-------------|---------|------|-------|
| Palavras de resposta | matéria | força | dinamómetro | balança | peso | massa |
| balança | | | | | 34 | |
| comida | | | | | | 59 |
| corpo | | | | 6 | 7 | 14 |
| dinamómetro | | 5 | | | | |
| escolar | 70 | | 6 | | | |
| esparguete | | | | | | 30 |
| força | | | 28 | | 6 | |
| força muscular | | 41 | | | | 5 |
| gordos | | | | 9 | 33 | 5 |
| gravidade | | 19 | | | | |
| kg/quilos | | | | 10 | 10 | |
| matéria-prima | 37 | | | | | |
| medir | | | 31 | 9 | | |
| Newton | | | 5 | | | |
| pão/pizza | | | | | | 55 |
| peso | | 10 | 9 | 52 | | 25 |
| signo | | | | 35 | | |

Quadro 5.2 - Tabela de frequência da amostra de valores de frequência WAT.

O mapa representa sete categorias de intervalos de frequência e a representação gráfica segue o descrito no documento de Derman e Eilks (2016). As setas mais grossas estão colocadas na sétima categoria e vão diminuindo de intensidade à medida que descem as categorias. A espessura da caixa também está relacionada com a categoria onde são inscritos inicialmente e mantém a espessura nos níveis seguintes inferiores, sendo apenas acrescentadas novas setas à medida que se desce no mapa de frequências. Ainda no mapa de frequência, as direções das setas representam a direção dos relacionamentos. Setas dos dois lados da correspondência mostram relações reversas entre as palavras-estímulo. Além disso, a seta pontilhada quadrada indica conceitos errôneos e

alternativos, mas que fazem parte das estruturas cognitivas dos alunos (Derman & Eilks, 2016). Segundo Nakibog˘lu (2008), este tipo de mapa de frequências ajuda a mostrar a força e a direção das associações e, assim, inferir as relações entre os conceitos e as estruturas cognitivas dos alunos.

Na figura 5.1 podemos observar que as associações fortes que os alunos fazem, têm sentido no seu dia-a-dia mas nada têm a ver com os conceitos de peso e massa. Relacionam com as “matérias escolares” e com assuntos de comida. De registrar que só aparecem duas palavras – estímulo e só no 2.º nível temos uma associação que deixa de ser única.

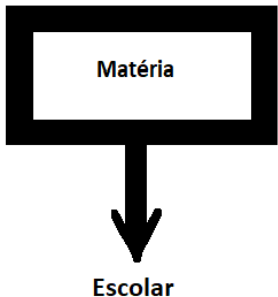
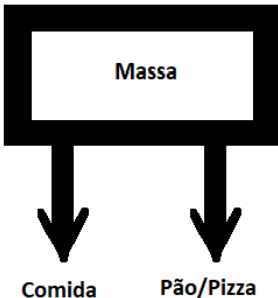
| Frequência | Gráfico |
|---------------------|--|
| $65 \leq f \leq 74$ |  <pre> graph TD Matéria[Matéria] --> Escolar[Escolar] </pre> |
| $55 \leq f \leq 64$ |  <pre> graph TD Massa[Massa] --> Comida[Comida] Massa --> PaoPizza[Pão/Pizza] </pre> |

Figura 5.1 - Estruturas cognitivas dos alunos com as associações de palavras mais fortes.

Nas frequências mais fracas já são identificadas associações significativas e aceitáveis em termos do conceito de peso e massa, mas continua a prevalecer as associações que os alunos fazem com o conhecimento do seu dia-a-dia. (Figura 5.2). Só no 5.º nível temos a associação completa de todas as palavras – estímulo. Registamos que a palavra – estímulo “peso” foi a última a ser associada e com uma maioria de associações a conceitos errôneos e alternativos, a palavra – estímulo “matéria” é apenas mencionada uma única vez (4.º nível) e a palavra – estímulo “massa” é a mais associada.

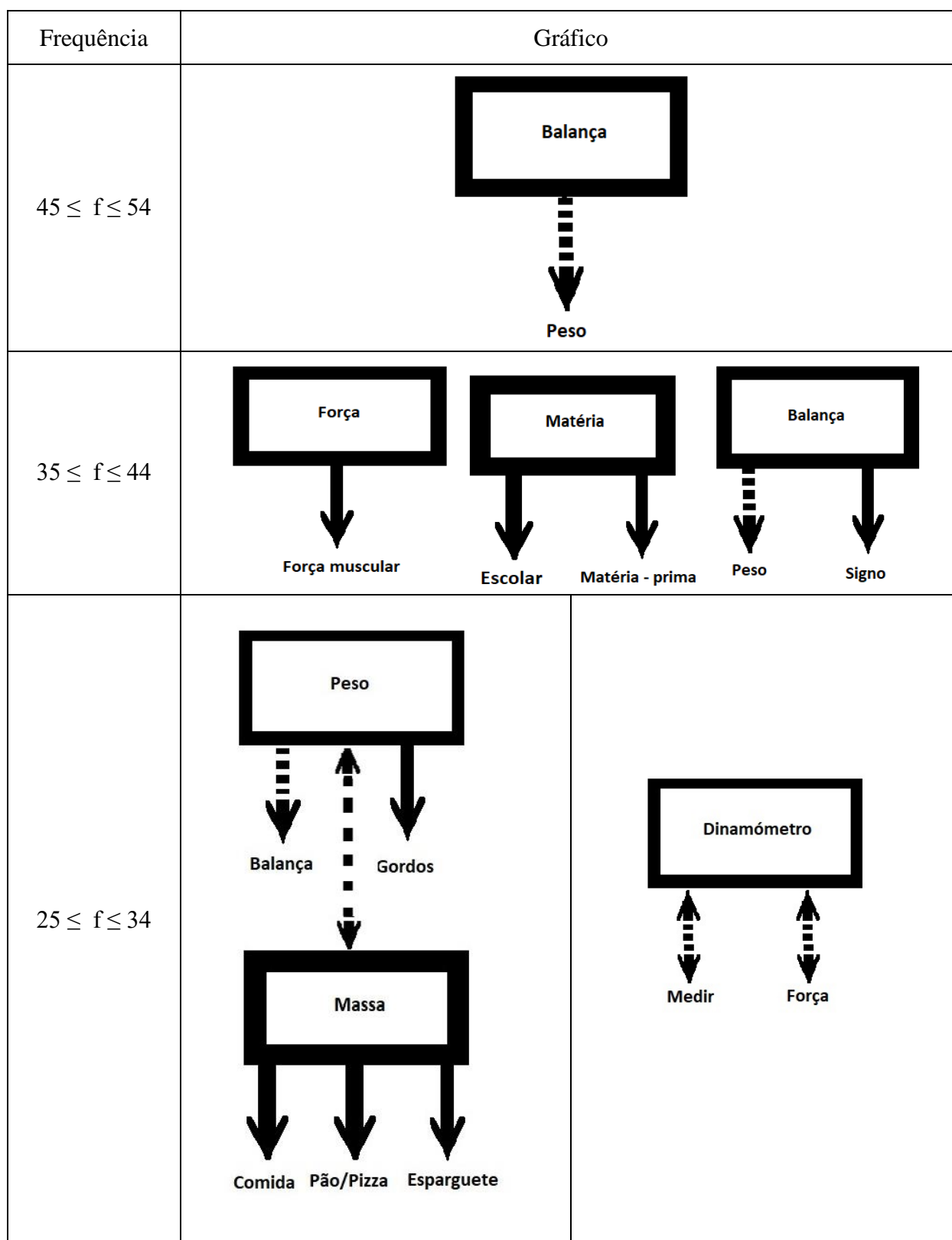


Figura 5.2 - Estruturas cognitivas dos alunos com as associações de palavras mais fracas.

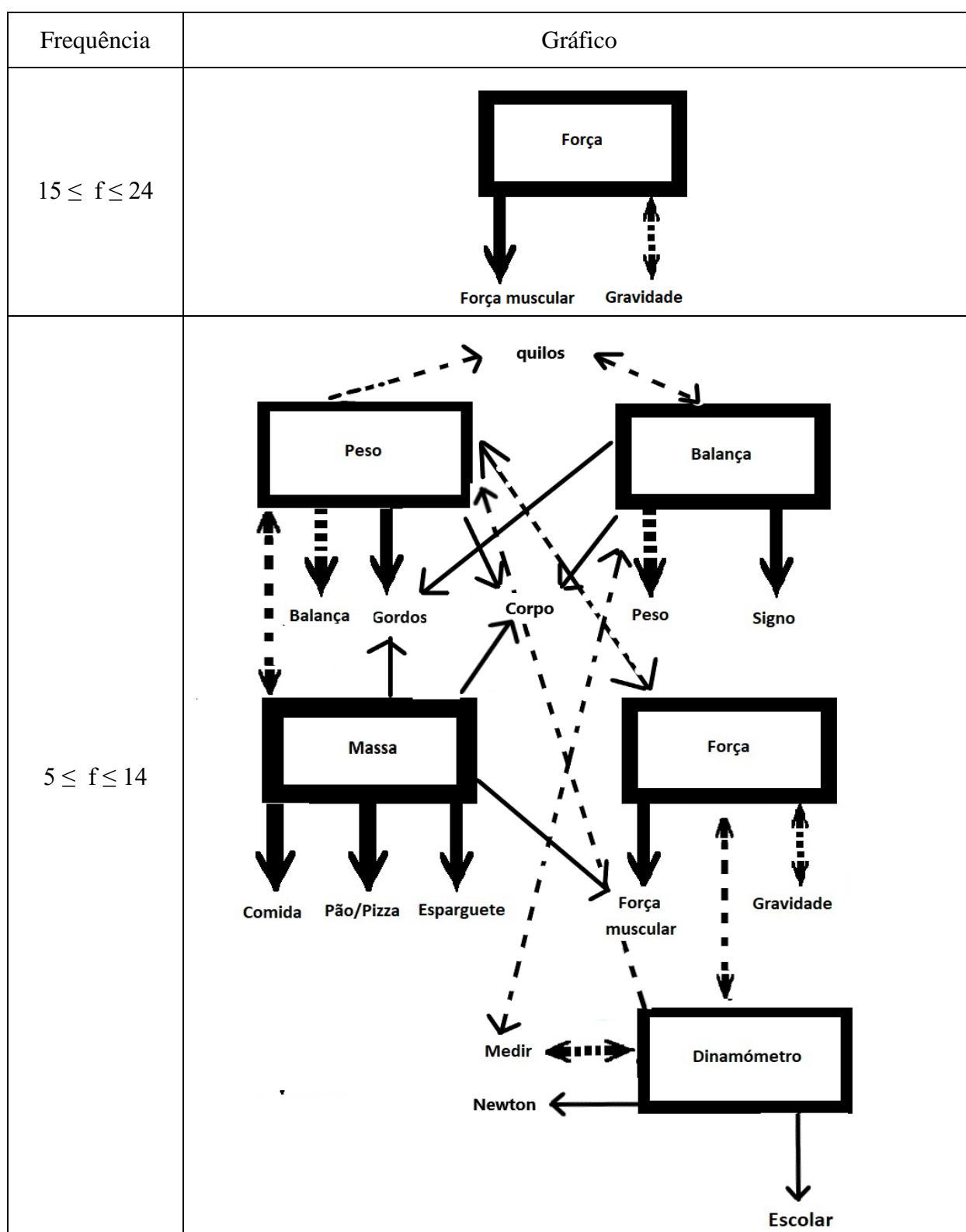


Figura 5.3 - Estruturas cognitivas dos alunos com associações de palavras fraquíssimas.

Dificuldades que os alunos sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM

Para dar resposta à terceira questão de investigação mobilizamos a produção de um documento (desenho) pelos alunos (Apêndice B) e a entrevista. Quando nos questionamos sobre as dificuldades que os alunos sentiram na aprendizagem, temos presente de forma resumida, que segundo Vygotsky (2009) o processo de aprendizagem é uma forma dos sujeitos adquirirem novos conhecimentos, desenvolverem competências e modificarem o comportamento, processo conseguido pela experiência, pela observação e pela prática motivada (do aluno). Assim, após a apresentação e discussão dos conceitos de peso e massa pedimos aos alunos que desenhassem o interior de uma balança de casa de banho e no final foi realizada uma entrevista, onde foi apresentado o interior de uma balança.

O nosso documento, portanto trata-se de um desenho, uma representação do que seria a constituição de uma balança de casa de banho, no pensamento dos alunos. Um produto simultaneamente consciente e não consciente, porque o desenho é tudo aquilo que o aluno quis transmitir de forma consciente e inconsciente porque existe informação não consciente transmitida “pelos pressupostos subjacentes involuntariamente revelados” (Bell, 2010, p. 106).

Foram realizadas quatro entrevistas de grupo, via Zoom, no modo de “focus group” dirigidas a um determinado grupo de indivíduos com afinidade entre eles (alunos da mesma turma). Para a realização das entrevistas foi elaborado um guião de entrevista semiestruturada (Apêndice C) organizado em cinco blocos, onde de forma resumida se pretendia no:

- Bloco I – Posicionar e informar os entrevistados relativamente ao contexto da investigação, objetivos e tema da entrevista.
- Bloco 2 - Recolher dados que permitam saber quais as aprendizagens dos alunos, sobre os conceitos de peso e massa.
- Bloco 3 - Recolher dados que permitam saber quais as dificuldades que sentiram, os alunos, sobre os conceitos de peso e massa (justificação dos conceitos)
- Bloco 4 - Recolher dados que permitam saber de que forma o conhecimento do funcionamento de uma balança permitiu consolidar os conceitos de peso e massa.
- Bloco 5 - Recolher dados que permitam conhecer a relevância para os alunos do ensino num contexto STEM.

Com a primeira questão pretendeu-se fazer uma prospeção de interesses futuros no prosseguimento de estudos. Os alunos foram questionados sobre os seus interesses no prosseguimento de estudos no secundário e universidade.

O primeiro grupo de alunos (grupo 1), da turma que vamos designar por Avogadro identificou o desejo de seguir diversas áreas científicas. Apenas o aluno E4 manifestou com convicção querer seguir uma área relacionado com as Ciências enquanto os outros não querem ou ainda não têm uma opinião formulada:

E1: Eu acho quero seguir economia.

E3: Ainda não sei a área que quero seguir. Ainda não pensei muito nisso.

E4: Penso seguir informática.

E2: Também penso seguir economia como o E1.

E18: Estou com duvidas em Humanidades ou desporto. Não sei bem....

Entrevista em grupo focado, Bloco I, Grupo 1, Turma Avogadro.

O segundo grupo de alunos (grupo 2), da turma Boyle, identificou o desejo de seguirem todos a área das ciências, com algumas hesitações:

E7: Medicina, área das ciências.

E5: Ainda não pensei, ...tecnologia.

E6: Ainda não pensei,... talvez também tecnologia.

E9: Desporto!

E8: Gostava de ir para a área das ciências.

Entrevista em grupo focado, Bloco I, Grupo 2, Turma Boyle.

O terceiro grupo de alunos (grupo 3), da turma Cavendish, também identificou o desejo de seguirem a área das ciências, com uma exceção que ainda não opinião formada:

E10: Eu gostava de ser engenheiro agrónomo

E12: Estou a pensar desporto.

E13: Sinceramente não sei, se calhar ciências porque gosto ciências.

E11: não sei, ...

Entrevista em grupo focado, Bloco I, Grupo 3, Turma Cavendish.

O quarto grupo de alunos (grupo 4), da turma Dalton, todos manifestaram querer seguir a área das Ciências e Tecnologia.

E15: Alguma coisa relacionada com as ciências, agora já estou virada para as ciências químicas.

E17: Ciências e Tecnologia

E19: Eu estou a pensar em seguir mais algo com a Tecnologia.

E20: Ainda não pensei.

E16: Eu ainda não tenho a certeza mas talvez mais virada para a Matemática.

E14: Eu pensei em alguma coisa com Matemática.

Entrevista em grupo focado, Bloco I, Grupo 4, Turma Dalton.

Com o intuito de perceber a existência de ideias pré-concebidas e a forma como interferiram na apreensão dos conceitos e perceber o conhecimento que ficou depois da aprendizagem, os alunos foram questionados sobre o que achavam o que era o peso e a massa, antes e depois de abordarem os conceitos na aula.

Questionados sobre o que achavam que era o peso e a massa,

No grupo 1 todos os alunos já consideravam ser diferentes e alguns associavam mesmo o conceito de massa a quantidade de matéria. O peso revelava-se mais difícil de explicar:

E1: A massa a quantidade e o peso, não sei explicar bem...mas já achava que as duas coisas eram diferentes.

E3: Ao início pensava que eram a mesma coisa só que depois de dar o que era a massa percebi que eram duas coisas diferentes.

E4: Achava que a massa era em torno da quantidade de alguma coisa, que alguma coisa tem e o peso era simplesmente o que uma coisa pesa, quantos quilos tem.

E1: Eu achava mais ou menos o que o E4.

E2: Eu, antes de dar a matéria já achava que o peso e a massa eram duas coisas diferentes. O peso era quantidade uma coisa em quilos e a massa era a quantidade

E18: Eu achava que era a mesma coisa.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 1, Turma Avogadro.

No grupo 2 os alunos associavam o peso “ao peso das coisas” e a massa era desconhecida, ou relacionavam com comida:

E7: O peso achava que era tipo o nosso peso, a massa era tipo a massa dos alimentos.

E5: O peso achava que...era o peso de alguma coisa... a massa achava que era o tamanho de alguma coisa e relacionava com comida.

E8: Pensava que o peso ...era o peso normal de uma pessoa e a massa ...não sei dizer, mas achava que eram um bocadinho iguais.

E9: Eu achava que o peso era a massa e a massa era comida e não estavam relacionadas.

E6: O peso era o peso de alguma coisa e eu achava que a massa era a altura de alguma, não era bem altura era mais o volume de alguma.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 2, Turma Boyle.

No grupo 3 os alunos também associaram o peso ao “peso das coisas” e a massa estava relacionada com comida:

E10: Pensei que tinha a ver com comida, sabia que ia dar ao mesmo mas não era o mesmo. Por exemplo se era um rato podíamos saber o que pesava e o que ocupava ...massa não tinha ideia o que era.

E12: O peso era o peso das coisas a massa não sabia bem, achava que a massa tinha a ver com a cozinha.

E13: Eu não sei muito bem, porque achava que a massa era comida e o peso acho que era...podia ser o peso da balança e tudo mais...

E11: O peso de alguma coisa, de algum objetivo e a massa era comida. Achava que eram diferentes.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 3, Turma Cavendish.

No grupo 4 os alunos associam o peso ao peso das coisas e a massa podia ter muitas interpretações desde as “ gorduras que nós temos” até à massa do “pão”:

E15: Eu não tenho uma ideia muito nítida, era algo que tava muito disperso. O peso era algo que nós simplesmente usávamos no nosso dia-a-dia, não era tão grande como é...não

tinha grande ideia. (...) Antes pensava que o peso e a massa era a mesma coisa mas quando cheguei ao quinto e ao sexto comecei a pensar que se calhar havia ali uma pequena diferença, mas só agora é que entendi que eram mesmo diferentes.

E17: Eu achava que era diferente, eu pensava que o peso... imagine, a gente vai-se pesar à balança isso era o peso e a massa era assim, as gorduras que nós temos.

E19: A massa por exemplo que existia era a massa do corpo e o peso achava que era o peso normal das pessoas.

E20: Eu pensava que o peso era tipo o peso de um objeto, de uma pessoa ou sei lá coisas pesadas e a massa pensei logo em comida, na massa de pão.

E16: Eu há muito tempo pensei que era a mesma coisa mas depois aí no terceiro ano a meu professor disse que não era e nunca tinha percebido muito bem a diferença. Peso era quando íamos à balança e massa nunca percebi bem ...

E14: Eu acho que massa e peso era a mesma coisa.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 4, Turma Dalton.

Questionados sobre o que aprenderam sobre o conceito de massa e peso sentiu-se alguma dificuldade nos alunos em expressarem-se e receio, em falhar!

O grupo 1 acentua o facto de serem diferentes, o peso estar associado a newtons, a molas e ser variável e a massa associam a quilos:

E1: sabemos que (massa) é diferente de peso.

E4: Antes do professor dar-nos a matéria eu pensava por exemplo que o que medíamos com a balança era o peso.

E3: Porque quando eu digo que vou pesar eu digo que vou pesar-me.

E2: Nós associávamos o peso à massa porque quando nos íamos pesar nós dizíamos que nos íamos pesar, não era sabermos a nossa massa.

E18: (...)

(todos): O peso está associado a newtons e a molas e que é variável, e o peso é quilos.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 1, Turma Avogadro.

O grupo 2 já identifica um conhecimento mais completo ao relacionar o peso com a massa, “porque o peso depende da massa” e a massa “é mais ou menos a quantidade de matéria que um corpo tem”.

E7: O peso é o peso de um corpo e a massa é mais ou menos a quantidade de matéria que um corpo tem e são diferentes mas relacionam-se um com o outro porque o peso depende da massa, acho eu...

E5: Eu concordo com a E7.

E9: O que não me sai da cabeça é que a massa tem a ver com o quilo e os dois estão relacionados, mas diferentes. O peso não se mede com o quilo.

E8: A mesma coisa que a E7 disse e que o peso era em Newton, são diferentes mas relacionados um com o outro. O peso é variável e a massa não.

E6: Foi o que a E7 disse.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 2, Turma Boyle.

O grupo 3 também evidenciou o facto do peso e da massa serem diferentes, o peso varia e a massa não varia e é o “que ocupa lá dentro” do objeto:

E10: o peso é quanto o que ele pesa e a massa é o que está dentro do objeto ...como é que eu hei-de explicar... era para sabermos o que a massa que o objeto ocupa... por exemplo o que é que ocupa lá dentro ... e são diferentes porque um diz o que pesa e o outro o que a sua massa ocupa.

E12: O peso e a massa não são iguais, o peso varia e a massa não porque o objeto vai ser sempre do mesmo tamanho

E13: Aprendi que eram coisas diferentes como tinha dito na aula.

E11: (...)

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 3, Turma Cavendish.

O grupo 4 aprendeu que “a massa é a quantidade de matéria que constitui um corpo e o peso é uma força com que o nosso corpo é atraído para a superfície da Terra”, que são diferentes mas estão relacionados:

E15: Eu comecei a pensar que nós só temos o nosso peso por causa da massa que temos no nosso corpo e que ... e que o peso pode variar mas a massa mantém-se sempre a massa, os dois estão ligados porque sem a massa não existia o nosso peso.

E17: Foi literalmente o que a E15 disse.

E19: A massa é a quantidade de matéria que constitui um corpo e o peso é uma força com que o nosso corpo é atraído para a superfície da Terra.

E20: Percebi que eram coisas completamente diferentes mas que iam dar à mesmas coisa.

E16: A mesma coisa que elas, o que fiquei a perceber é que estão relacionadas mas são coisas diferentes.

E19: Eu acho que foi o mesmo só que nunca pensei que o peso não fosse uma característica do corpo.

Entrevista em grupo focado, Bloco 2, Grupo 4, Turma Dalton.

De forma a diagnosticar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos, foram questionados sobre as dificuldades que sentiram na aprendizagem dos conceitos.

Os alunos do grupo 1 não foram perentórios nas dificuldades, preferindo afirmar que tiveram uma evolução na compreensão dos conceitos. Considerando inicialmente difícil e depois mais fácil:

E1: Não sei...não é muito difícil mas também não é tão fácil pois achávamos que era uma coisa diferente, tem a ver com as balanças...

E3: Eu achei mais fácil quando eu percebi melhor porque antes achava que era a mesma coisa. Achei que eram diferentes quando naquela parte em que o peso variava com a localização e a massa não.

E18: Não achei muito fácil nem muito difícil...eu percebi que eram diferentes quando explicou que a massa era uma característica dos corpos mas o peso era outra coisa completamente diferente.

E4: Ao início quando ainda estava a explicar a matéria, não estava a perceber muito bem mas quando começou a explicar melhor as propriedades dos corpos percebi melhor.

E2: Ao princípio achava que era uma matéria fácil mas depois quando comecei a estudar melhor pensei que ia dar mais trabalho do que pensava...comecei a perceber que era diferentes na mesma altura que a E3, com as propriedades...

Entrevista em grupo focado, Bloco 3, Grupo 1, Turma Avogadro.

Já no grupo 2 a principal dificuldade assinalada foi a realização de cálculos:

E7: A dificuldade que senti foi no cálculo do peso e da massa, porque não consegui decorar para os testes e nunca dava certo, ... sim os cálculos para apresentar o peso de um corpo pela massa de um corpo, tendo em conta o peso e a massa...

E9: Também foi os cálculos com a regra três símbolos.

E6: Também foi os cálculos mas depois comecei a entender mais. Com a prática acabei por decorar.

E5: No início parecia um pouco difícil mas depois com o passar das aulas percebi melhor os cálculos

E8: Eu não tive dificuldade nenhuma, troquei no início quem era variável mas depois percebi tudo, foi só no início, porque estudei mais.

Entrevista em grupo focado, Bloco 3, Grupo 2, Turma Boyle.

Também no grupo 3 a maior dificuldade identificada foi a realização de cálculos, acharam “mais difícil, as contas”:

E10: O que achei mais difícil eram as contas, o resto eram fácil, era só memorizar.

E12: O que achei mais difícil também foi as contas, o resto não.

E13: Fui tudo um bocado difícil mas depois comecei a apanhar ... as contas achei mais difícil.

E11: Achei mais difícil, as contas.

Entrevista em grupo focado, Bloco 3, Grupo 3, Turma Cavendish.

No grupo 4 as maiores dificuldades foram compreender a “lógica” de peso e massa e a realização das contas:

E15: Eu achei que era um bocado mais pela lógica mas só quando estávamos a fazer... de que a massa não variar e o peso variar e depois termos de fazer as contas, isso baralhou-me um bocadinho mas passado algum tempo já entendo, isso baralhou-me um bocadinho...

E17: Uma parte foi o que a E15 diz, que a massa não variava e o peso sim e a outra parte é porque algumas vezes trocava os dois, dizia que a massa era variável e o peso não.

E19: Eu pensava que tinha de decorar o que era o peso e a massa mas que afinal não tinha e ainda o que foi mais difícil foram as contas.

E20: Sei lá...tudo, as contas ... nunca funcionou comigo as contas.

E16: Acho que foi mais no início como eu não sabia o que era o peso e a massa algumas coisas, um varia e outro não, não percebia muito bem porquê, mas conforme fui tendo as aulas fui percebendo o que varia o que não varia.

E14: Foi as contas...

Entrevista em grupo focado, Bloco 3, Grupo 4, Turma Dalton.

De maneira a conhecer a opinião dos alunos sobre a realização de um desenho do funcionamento de uma balança de casa de banho e de que forma através do processo de engenharia reversa (desmontagem da balança) consolidou os conceitos de peso e massa, estes foram questionados sobre o pedido de desenho da balança e a razão de desenharem de determinada maneira a balança.

No grupo 1, os alunos estranharam o pedido e depois foram confrontados com o desconhecimento, de algo tão “banal” no nosso dia-a-dia. Um aluno ponderou desenhar molas porque “tinha uma mola, uma ou duas molas, para o peso” (E2):

E1: Professor eu até escrevi o que tinha pensado mas agora tenho uma ideia diferente. Eu pensava que tinha dois pesos lá dentro, quando a pessoa se punha em cima da balança. Tinha lá dois pesos, depois cada qual puxava um fio qualquer e dava o peso certo mas agora acho que nas balanças atuais não iam colocar pesos mas iam colocar molas. Quando o professor pediu achei estranho mas depois achei que iria ser giro...porque depois fui pensar e não sabia mesmo...

E3: Ao início achei estranho, depois pensei que (...) pudesse não ter nada lá dentro e depois como o professor disse que tinha ficado surpreendido com o interior da balança achei que tinha de ter algo...achei estranho e fora do comum...

E18: Pensei mas que raio, nunca vi como vou saber, inventei o que achava que estava lá dentro.

E4: Quando o professor pediu eu li, pensei que não sabia o que ia desenhar porque não fazia a mínima ideia. Lá pensei melhor e desenhei o que achava que tinha.

E2: Eu pensei, não sabia o que lá tinha, não fazia a mínima ideia, só sabia que tinha uma mola, uma ou duas molas, para o peso, para nós irmos para baixo e medir, depois fui pensando e desenhando outras coisas que provavelmente poderia ter na balança.

(Todos): As dificuldades foi por não sabermos o que tinha lá dentro

Entrevista em grupo focado, Bloco 4, Grupo 1, Turma Avogadro.

No espaço seguinte estão as balanças desenhadas pelos alunos da turma Avogadro de acordo com as suas descrições

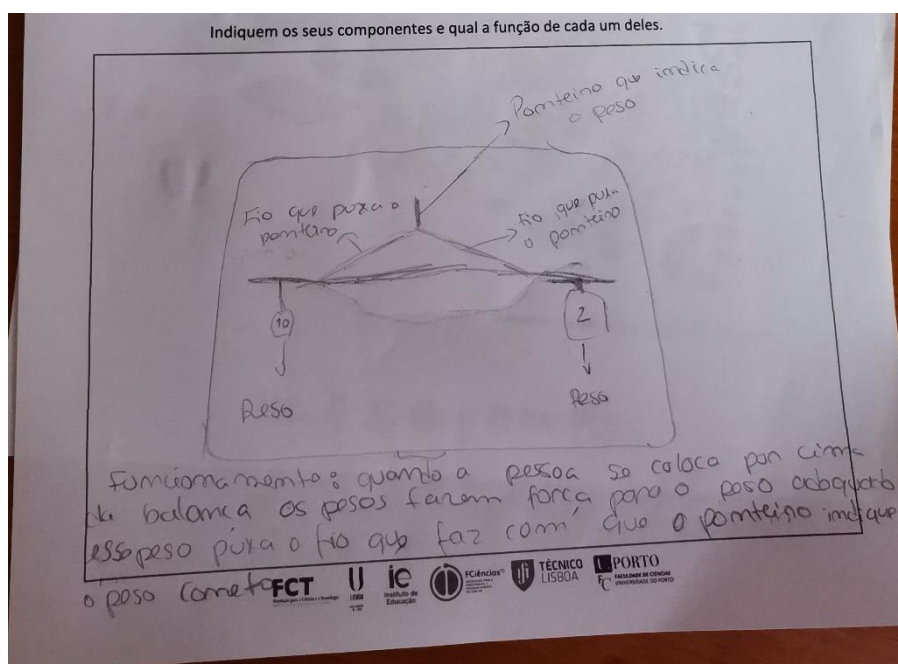


Figura 5.4 - Desenho D1 do aluno E1

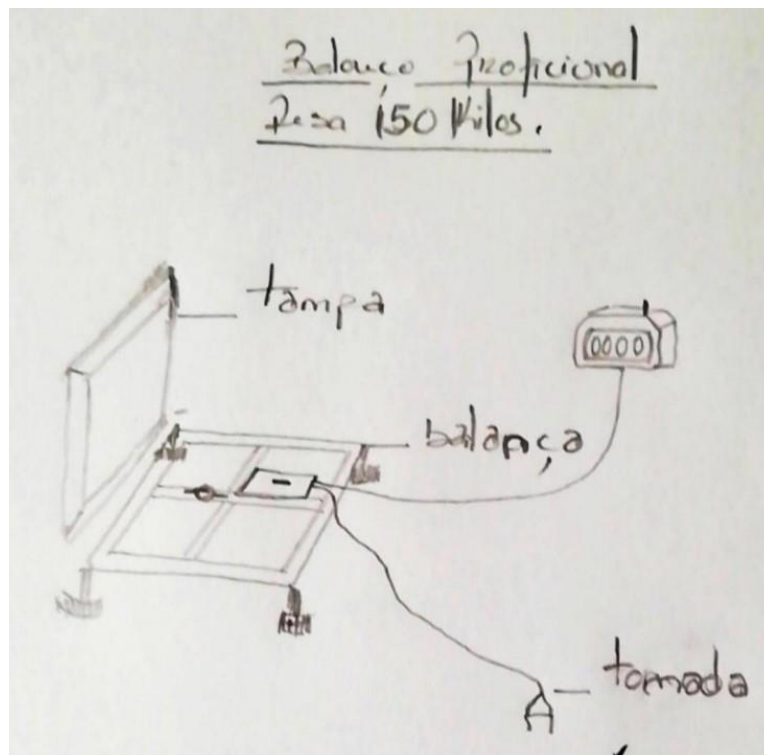


Figura 5.2 - Desenho D2 do aluno E2

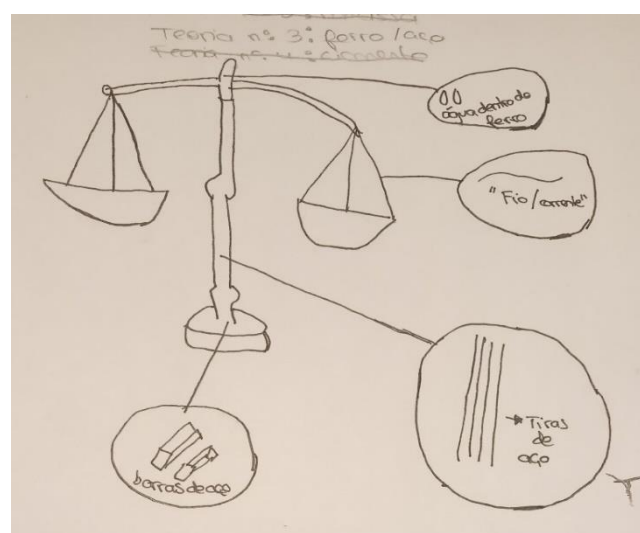


Figura 5.3 - Desenho D3 do aluno E3

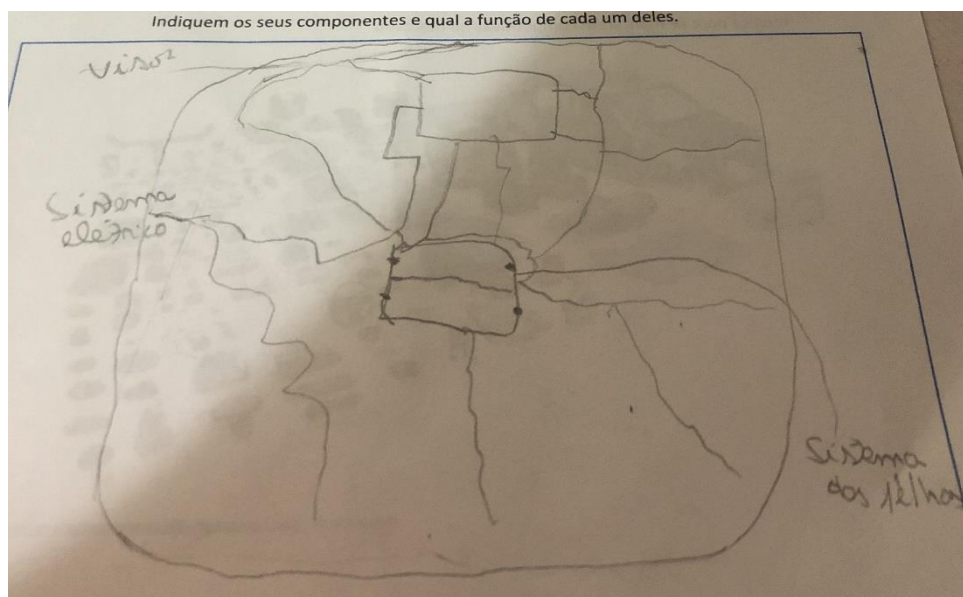


Figura 5.4 - Desenho D4 do aluno E4

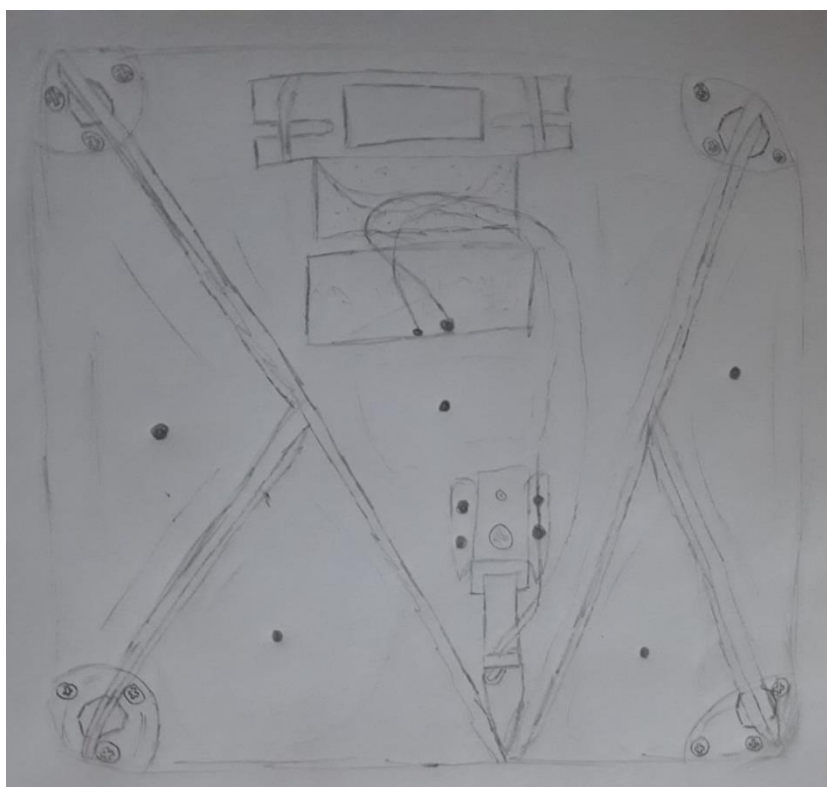


Figura 5.5 - Desenho D18 do aluno E18

No grupo 2, a ideia de desenhar a balança associaram à possibilidade do professor querer saber se eles sabiam como era a balança por dentro. Também foi notória a dificuldade em expressar em desenho do que seria a balança (por dentro) porque afirmaram desconhecer. De realçar que um aluno (E5) achou que a balança “teria umas molas...porque o nosso peso puxa para baixo”:

E7: Julgava que a balança era oca! Tinha uma placa mãe e fios e assim ... mas a outra achava que tinha pesos que pesavam...e achei normal o professor pedir para desenhar a balança. Não senti nenhuma dificuldade a desenhar a balança porque era o que nos pensávamos e isso não tem correção

E9: Eu achava que era também oca, porque algumas balanças são transparentes e só dão para ver umas plaquinhas de ferro. Pensei que queria saber o que nós sabíamos sobre a balança e também pensei que afinal poderia ter mais alguma coisa que nos não soubéssemos mesmo. O que eu achei mais difícil para desenhar a balança foi quando eu li o email a dizer para a gente pensar fora da caixa e depois eu fiquei curiosa, então eu tentei pensar em coisas que nunca me passariam pela cabeça e depois acabei por me baralhar a mim mesma.

E6: Pensava que o professor queria saber como é que ela funcionava e a dificuldade foi mesmo fazer o desenho. Achava que a balança não tinha nada por dentro ... apenas fios que punhas alguma coisa em cima e fazias aquilo subir e descer

E5: Pensava que o professor queria testar a nossa criatividade e saber o que nós achávamos que estava dentro da balança. A dificuldade foi fazer o desenho. Para mim teria umas molas...porque o nosso peso puxa para baixo e isso seria um meio para medir o peso com a tensão nas molas.

E8: Não fazia a menor ideia como era uma balança. Pensava que tinha que ter tipo duas coisas, onde nós metemos os pés em cima e depois aquilo tinha tipo um íman...não sei...

Entrevista em grupo focado, Bloco 4, Grupo 2, Turma Boyle.

No espaço seguinte estão as balanças desenhadas pelos alunos da turma Boyle de acordo com as suas descrições.

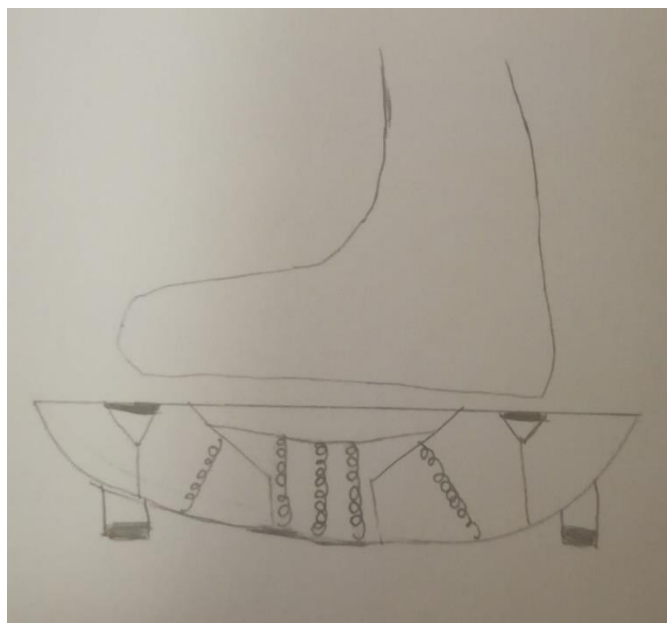


Figura 5.6 - Desenho D5 do aluno E5

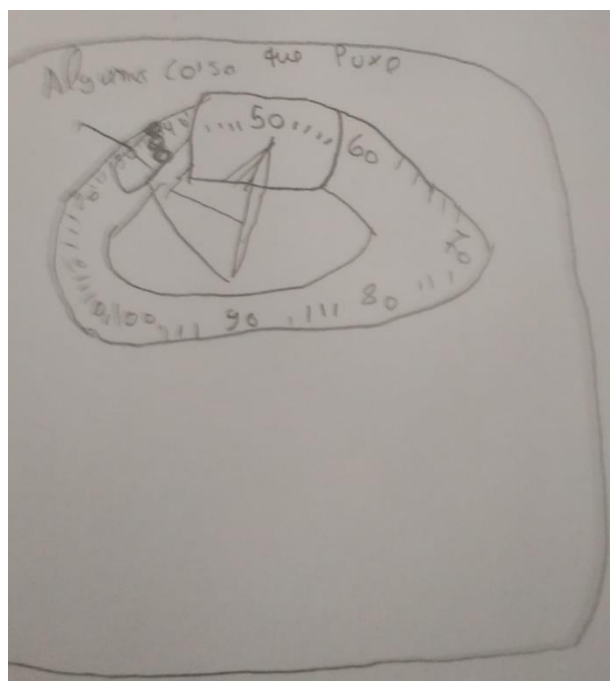


Figura 5.7 - Desenho D6 do aluno E6

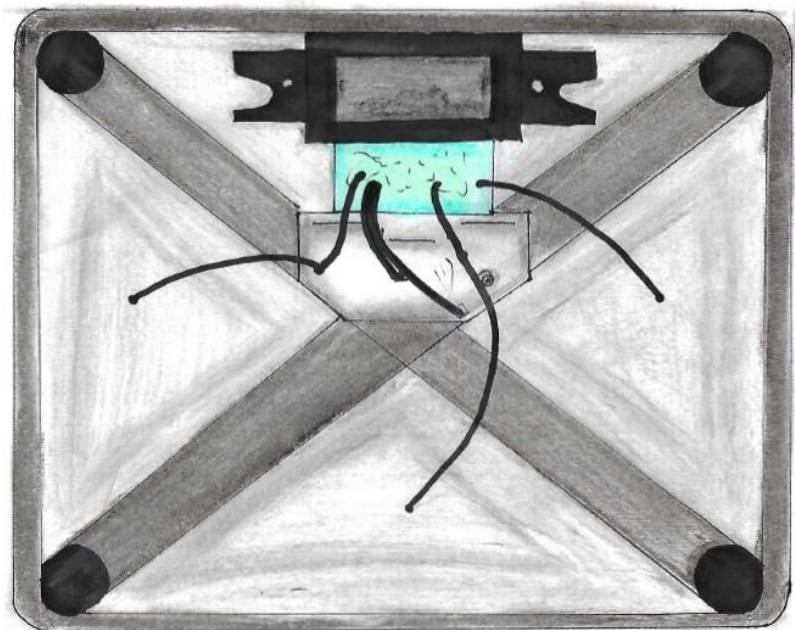


Figura 5.8 - Desenho D7 do aluno E7

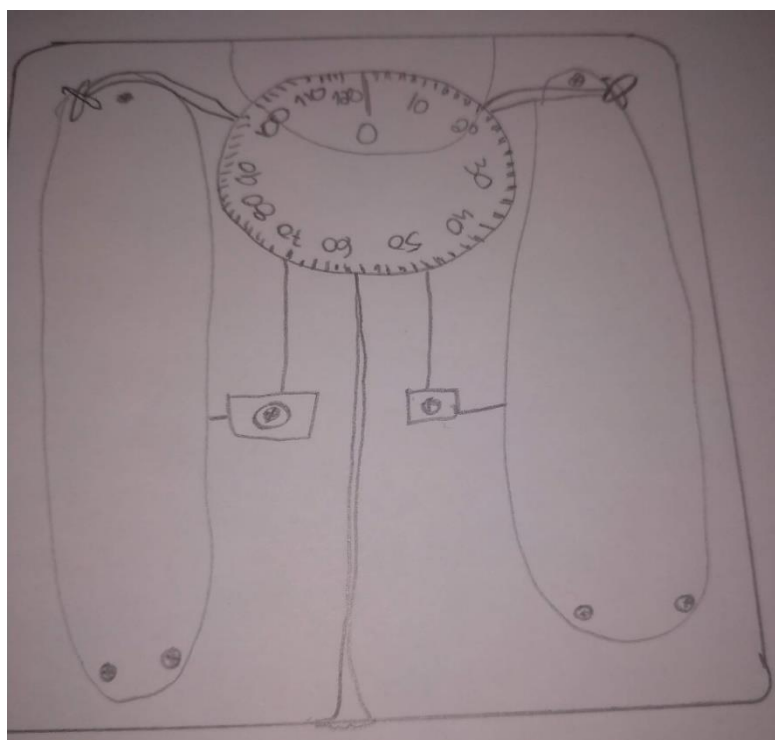


Figura 5.9 - Desenho D8 do aluno E8

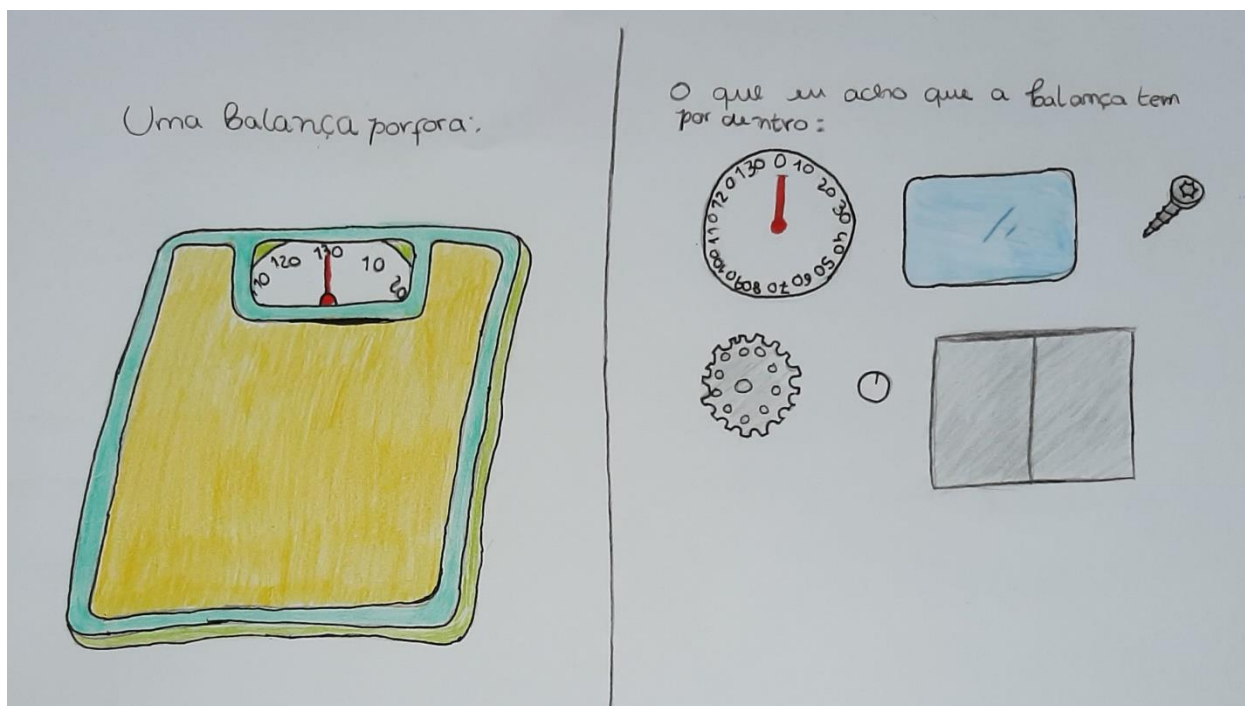


Figura 5.10 - Desenho D9 do aluno E9

No grupo 3, a ideia de desenhar a balança foi considerada natural, pensaram “que era para um trabalho qualquer” do professor. Também foi notória a dificuldade em expressar em desenho do que seria a balança (por dentro) e alguns não sabendo o que desenhar pediram ajuda a familiares:

E10: Pensei que era para um trabalho qualquer. Pedi ao meu pai para me ajudar um pouco. Havia coisas que eu não sabia que tinha (a balança) mas a maioria sabia. Meti umas baterias, uns sensores para os pés, aquelas baterias para mostrar os números, fiz aquela parte onde mostra os números.

E12: Não sabia o que ia fazer. Não fazia ideia,... achei que tinha uma espécie de peso lá dentro e um mecanismo que fazia rodar os números...tem um sensor quando os pés põe em cima da balança, o peso ativa o mecanismo e faz mexer os números.

E13: A ideia que me veio à cabeça foi os duendes, depois achei que tinha uma espécie de peso para nos pesarmos, não sei explicar muito.

E11: Não sei, não sabia desenhar... depois eu pensei em parafusos...e não sei o que teria mais.

No espaço seguinte estão as balanças desenhadas pelos alunos da turma Cavendish de acordo com as suas descrições.

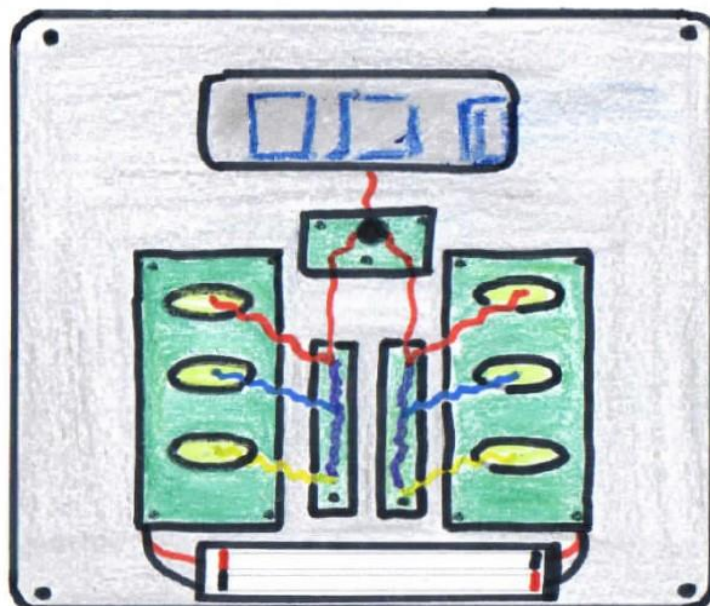


Figura 5.11 - Desenho D10 do aluno E10



Figura 5.12 - Desenho D11 do aluno E11



Figura 5.13 - Desenho D12 do aluno E12

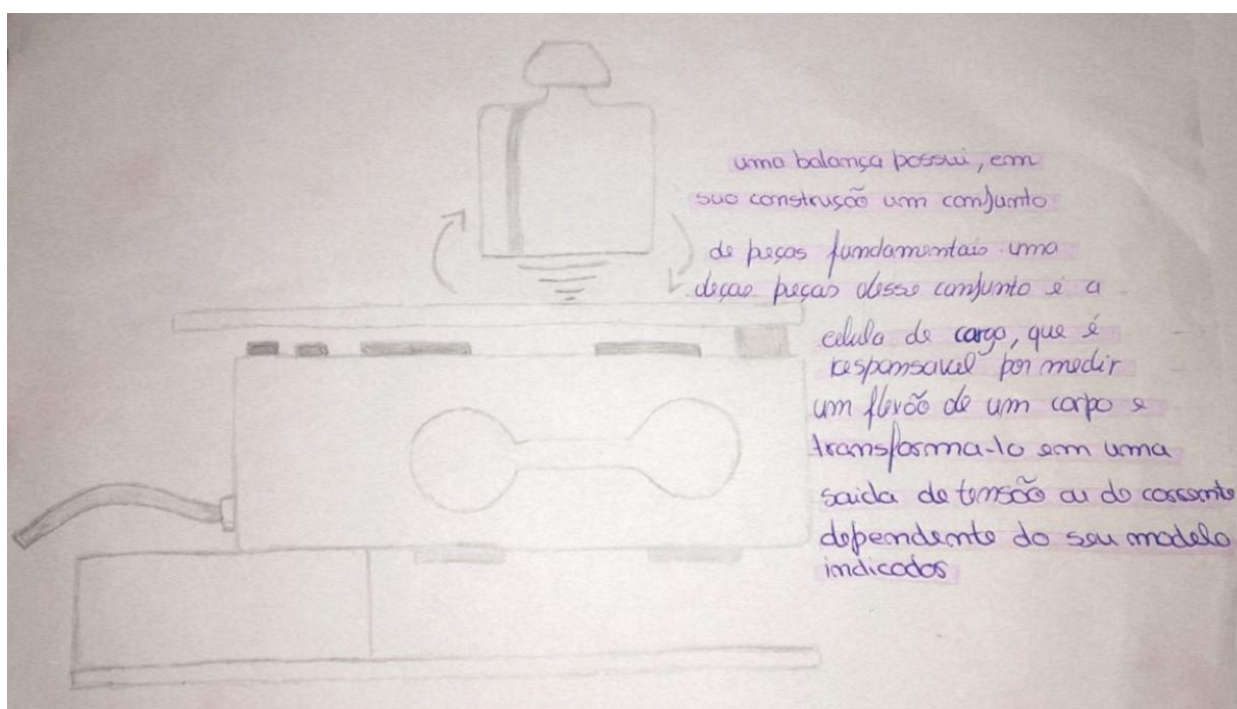


Figura 5.14 - Desenho D13 do aluno E13

No grupo 4, a ideia de desenhar foi complicada, ou porque o “jeitinho” para o desenho não era nenhum ou porque nunca tinham visto uma balança por dentro. Também neste grupo existe a percepção de que a balança terá que ter umas “molas que nós nos metemos em cima e elas baixam”:

E15: (O professor) passou-se... porque nunca vi uma balança, não tenho jeito para o desenho e não faço ideia do que tenho lá dentro.... o que é que vou fazer da minha vida!

Depois comecei (...) a pensar um bocado como é que a balança se calhar funcionava, como é que se mexia o ponteiro, ao início a ideia não era aquela mas pronto, mas depois eu só pensei... eu não sei! Eu nem sei se faça o desenho também com o jeitinho que tenho para o desenho mas depois lá pensei um bocado naquilo e depois do que o professor disse que aquilo não teria muito a ver ... tinha mais a ver com um bocado de molas, então se calhar isto até é assim (...) tem umas molas que nós nos metemos em cima e elas baixam. Por baixo tem uns sensores ou uma coisa assim que se ligam a um centro que também tem a mola e depois faz o ponteiro mexer.

E17: O setor explicou tudo no email era para fazer um desenho sobre o peso e a massa. A balança tem a parte das molas que a E15 disse, também concordo e imagine que a balança só aguenta com uma pessoa de 100 quilos, imagine que passados 100 quilos a balança a balança só ia mostrar lá que só pesava 100 quilos, portanto eu não sei muito bem o que tem dentro da balança.

E19: Eu pensei que não sabia o que ia fazer porque eu nunca tinha visto uma balança (...) e então agora o que é que vou fazer? Mas tenho que fazer e foi o que me veio à cabeça e foi a mais lógica que eu tive. Era o mais lógico porque acho que (a balança) tem fios, tem molas como a E15 disse e sensores....

E20: A primeira ideia que tive foi desmontar uma balança mas sei que se fizesse isso ia levar na cabeça... ao início pensei que fosse só peças e fios e outras coisas para funcionar, mas o que pensava mesmo era como é que aquilo faz funcionar ... e tive de pensar numa ideia que desse também no desenho.

E16: A primeira coisa que pensei foi que o professor mandou email para a pessoa errada depois... ok, desenhar uma balança e peguei numa folha e num lápis e fiquei uns quinze minutos a olhar para a folha, sem saber o que fazer... não tinha a mínima ideia do que desenhar ... depois saiu (...) acho que tem que ter alguma coisa que puxe o ponteiro e uma mola para onde as pessoas subirem.

E14: Não sabia o que pensar pois nunca tinha visto o que estava dentro de uma balança ... pensei em várias coisa só que não fazia muito sentido. Eu acho que tem alguns fios e eu coloquei roldanas no meu desenho por causa que elas ... não sei, quando você se coloca em cima de uma balança deve ter tipo, se calhar tipo um sensor que as balanças começam a funcionar.

Entrevista em grupo focado, Bloco 4, Grupo 4, Turma Dalton.

No espaço seguinte estão as balanças desenhadas pelos alunos da turma Dalton de acordo com as suas descrições.

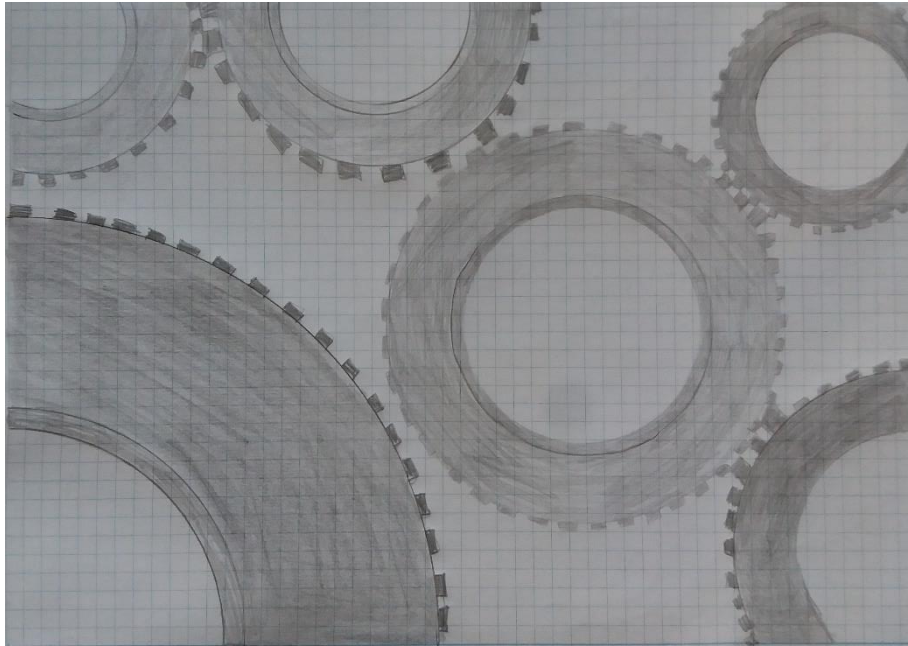


Figura 5.15 - Desenho D14 do aluno E14

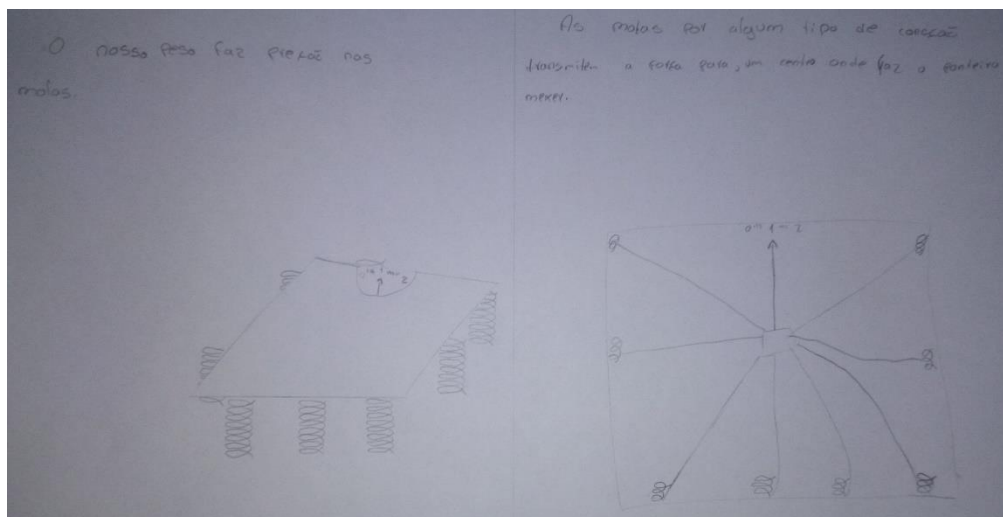


Figura 5.16 - Desenho D15 do aluno E15

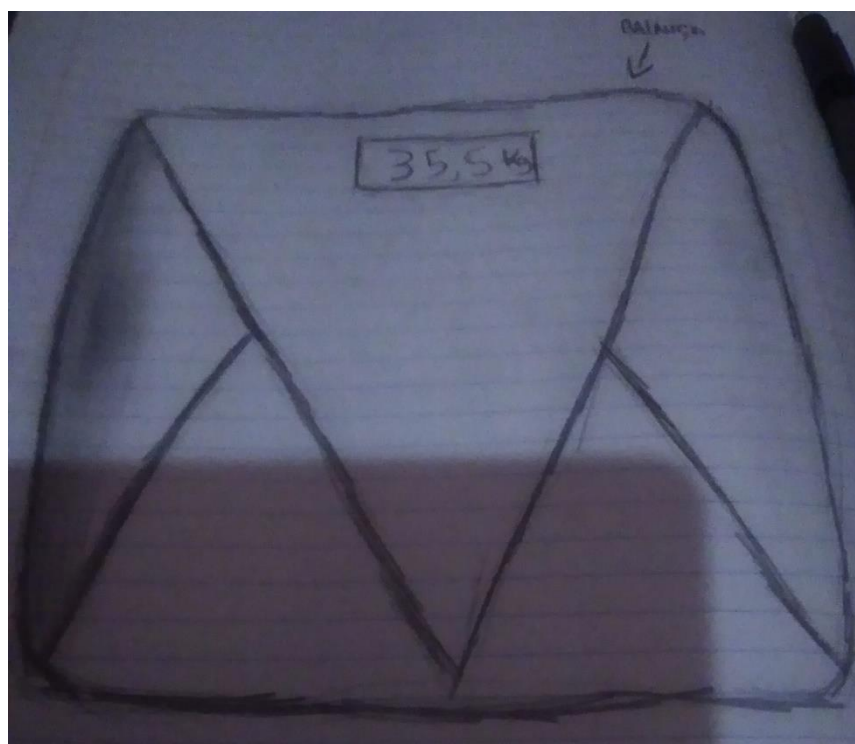


Figura 5.17 - Desenho D16 do aluno E16

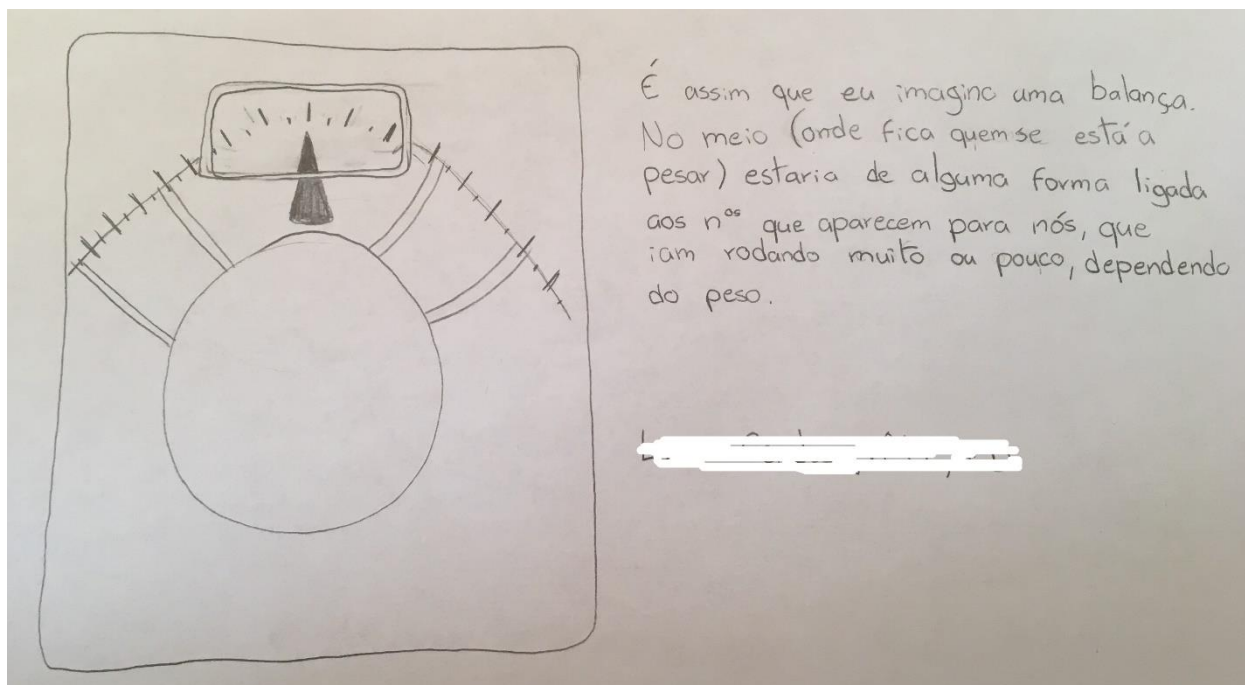


Figura 5.18 - Desenho D17 do aluno E17

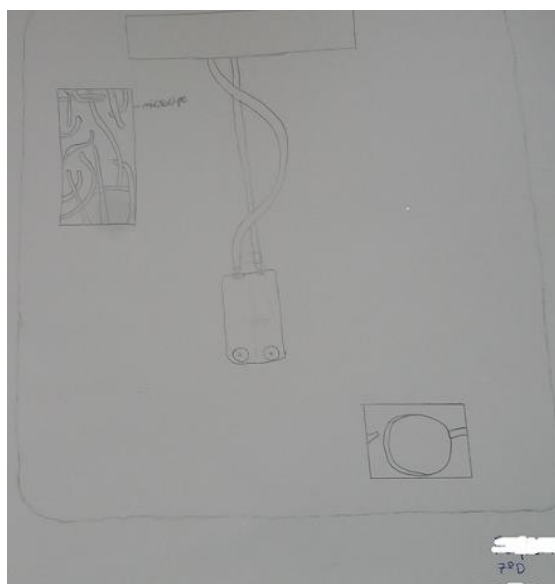


Figura 5.19 - Desenho D19 da aluna E19

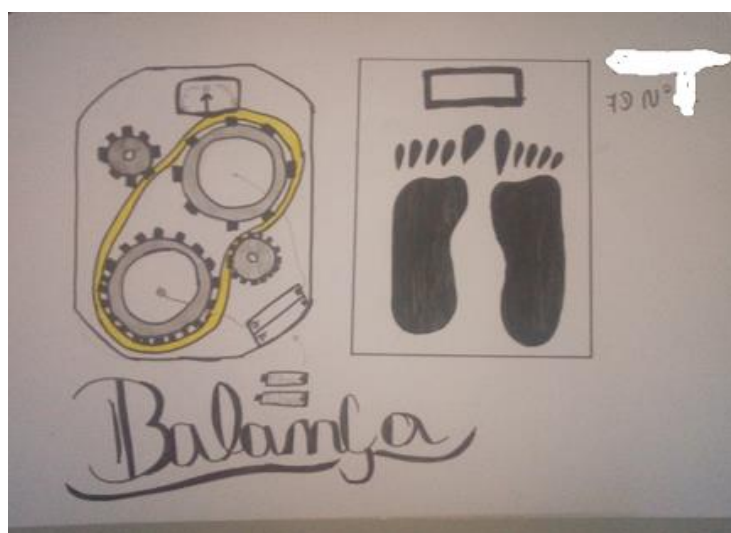


Figura 5.20 - Desenho D20 da aluna E20

Neste momento da entrevista mostrei (via Zoom) o interior da balança e expliquei de forma resumida aos alunos a ideia de terem desenhado uma balança. (A articulação das STEM na aprendizagem). De seguida, de forma a perceber a relevância da articulação das STEM nos processos de aprendizagem dos alunos, perceber qual a opinião de género sobre a articulação das STEM nas aprendizagens e conhecer a orientação dos alunos para uma futura área de estudo, foram colocadas três questões:

1- Acharam importante ter conhecido anteriormente como funciona a balança, para compreender os tópicos de massa e peso?

Os alunos do grupo 1, dividiram-se nas opiniões sobre a importância, mas foram consensuais que iriam compreender melhor como funcionava a balança (de casa de banho):

E1: Acho que íamos conhecer melhor os instrumentos mas não a massa e o peso. São um complemento... se calhar íamos perceber de uma forma mais fácil ... eu acho que é sempre mais divertido quando a gente, por exemplo a físico-química nós mexemos nos materiais... eu acho mais divertido, portanto, eu acho que ia ser uma forma mais fácil, mais divertida de percebermos a matéria. (...) É como as ciências quando mexemos nos materiais como as pedras, percebemos melhor as características e acaba por ser melhor.

E3: Seria mais fácil porque por exemplo ... a gente desmontava a balança e seria mais fácil entender qual o material que estava ali, e a respetiva textura, etc.

E18: Eu acho que seria mais fácil porque conseguíamos perceber melhor as matérias que estavam lá dentro e podíamos tocar e perceber a funcionalidade.

E4: Eu acho que seria a mesma coisa simplesmente iríamos saber melhor como funciona uma balança.

E18: Isso não explica a matéria, por exemplo, se o setor nos mostrasse isso antes de explicar a matéria a gente não ia perceber. Vou pegar um bocadinho na parte da E1, a E1 disse era um complemento, esse complemento podia-nos ajudar a perceber mais a parte do dinamómetro e da balança.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 1, Turma Avogadro.

Os alunos do grupo 2 dividiram-se nas opiniões sobre a importância, mas foram relativamente consensuais que iria provocar alguma confusão nos alunos:

E7: Acho que sim porque a gente ao saber o que esta no interior da balança e como funciona, a gente fica a saber como, mais ou menos, como a balança funciona a medir o peso.

E5: Sim, mas há vários medidores de peso, o peso é medido em Newtons e uma massa é a balança por isso é que não podemos estar a falar da massa e do peso na balança. O conceito de massa podemos mas o de peso não. Porque a balança só tem a ver com a massa e não com o peso e por isso ia ser confuso mas depois ia ser mais fácil.

E8: Eu acho que não. Fico a saber mais sobre a balança e a massa, mas não ia fazer muita diferença. Talvez um bocadinho...

E9: Mais ou menos... porque íamos começar a perceber de como a balança pesa a massa mas já no peso não ia ajudar tanto. Porque o peso não se pesa com quilos e sim com os Newtons e a balança pesa com quilo. Não se tornaria confuso na massa mas no peso sim...

E6: Acho que só iria fazer diferença na massa e não no peso porque o peso não se pesa com quilos pesa-se com Newtons. Para o peso não, mas para a massa se calhar sim.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 2, Turma Boyle.

Também os alunos do grupo 3 dividiram-se nas opiniões sobre a importância. Não têm a certeza (E11), seria confuso (E13) e seria certamente importante (E10 e E12):

E10: Eu acho que íamos perceber mais, porque íamos ver como as coisas eram feitas e se a balança estivesse montada não conseguíamos ver nada e então desmontada podíamos ver como era o procedimento.

E12: Acho que íamos perceber mais porque dá para perceber que o peso tem a ver com a gravidade e o que se usa para medir o peso é o mesmo que se usa para medir a gravidade.

E13: Sinceramente seria mais confuso, eu pensava que era uma coisa e depois era outra.

E11: Acho que seria mais ou menos...

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 3, Turma Cavendish.

Quase todos os alunos do grupo 4 se mostraram favoráveis à hipótese de desmontar a balança ser mais fácil compreender os conceitos, com a ressalva de que antes o professor “já tinha explicado” o que era o peso e a massa. Uma aluna considerou que seria mais confuso:

E14: Ainda não tinha pensado, se calhar por um lado sim por outro lado nem por isso...mas é só algo que nós usamos para nos pesarmos para pesarmos objetos, comida... mas por outro lado sim porque conseguíamos perceber um bocado a dinâmica da gravidade (...)

Acho que era mais fácil porque você já tinha explicado, mas por exemplo, nós saberíamos que se tinha a mola era algo relacionado com o peso por causa da atração, da gravidade, se não tivesse tinha que ter outro que era para a massa, tinha que ter outro sistema diferente.

E17: Seria mais fácil porque eu antes pensava que o peso e a massa eram uma coisa igual, que estavam na mesma categoria mas medidos pela balança. (...) mas a massa mede-se com os dois pratinhos.

E19: Eu acho que sim ia fazer uma diferença e ia ficar mais a perceber o que era o peso e a massa. (...) Como o E17 disse a massa é com dois pratinhos e o peso é com molas.

E20: Eu acho que sim ...

E16: Eu que sim porque algumas coisas, pelo menos para mim, é mais fácil perceber se eu estiver a ver do que apenas falar sobre isso.

E14: Eu acho que me ia confundir um bocadinho porque você dizia o que era e depois eu estar a descobrir como é que se fazia eu ia confundir o que aprendi com isso. Porque tem a mola, nós temos de fazer peso sobre a mola... o peso você disse que não se usava as mesmas coisas para medir a massa e a massa é que aparece em quilos ... e se você nos deu era porque deve estar certo.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 4, Turma Dalton.

2- Qual o método que preferiam para estudar, o método “clássico” de ensino ou um em que pudessem ter “desmontado” a balança?

Neste ponto também os alunos do grupo 1 dividiram-se nas opções, tradicional versus STEM:

E1: Acho que a segunda opção seria melhor.

E3: Acho que a segunda opção porque seria melhor visualizar (a balança) do que ver a imagem.

E18: A segunda opção, seria mais engraçado e mais desafiador.

E4: Eu acho que seria mais fácil da forma como você introduziu, introduzir a balança iria provocar a confusão porque, ainda por cima, seria ao início e ainda não sabíamos bem a matéria, acho que era melhor como o professor fez, porque se fossemos olhar para a balança sem perceber iríamos ficar mais baralhados.

E2: Eu acho que a maneira que o professor ensinou foi boa, mas eu acho que a segunda iria ser uma maneira mais engraçada de nós aprendermos.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 1, Turma Avogadro.

Sobre este ponto o grupo 3 revelou-se de extremos, desde preferir um método clássico até a um método que implica-se várias áreas envolvidas, porque “tudo junto seria mais fácil... só isso”:

E10: Acho que seria um trabalho mais complexo com as disciplinas todas juntas e preferia separadas.

E12: Preferia juntas porque as vezes estudamos a mesma matéria em várias disciplinas

E11: Preferia tudo junto porque seria mais fácil ...só isso.

E13: (*Falhou o sinal de internet*)

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 3, Turma Cavendish.

Sobre este ponto o grupo 4 ficou dividido nos interesses. Alguns alunos manifestaram-se a favor de um trabalho mais prático, de pesquisa, em projeto com outras disciplinas, enquanto outros preferiam o método a que estão acostumados dito “clássico” devido à presença (omnipresente) do professor. O teor das respostas também permitiu responder se consideravam facilitador a articulação STEM na aprendizagem dos conceitos:

E14: Era mais giro em projeto porque ia ser mais cativante e nós íamos querer descobrir aquilo e querer explicar porquê ... e ao mesmo tempo enquanto estávamos a tentar provar isso tudo estaríamos a aprender ao mesmo tempo, eu acho que seria mais cativante.

E17: Epá, depende setor ... acho que com a maneira de projeto, imagine nós tínhamos uma duvida, a gente pode ir facilmente à net e pesquisar sobre isso mas estamos sozinhos e na clássica o professor teria de ver o que nós saberíamos

E19: Acho que a maneira clássica não é tão boa, porque (em projeto) tinha mais pessoas envolvidas e seria mais fácil a aprendizagem.

E20: Da maneira mais clássica, porque para mim seria mais prático (mais simples).

E16: Na forma de projeto seria mais pratico e podíamos falar de varias disciplinas... e não seria tão despejar para o teste, nós teríamos que perceber, tínhamos mesmo que aprender...

E14: Em projeto nós tínhamos... que nos aplicar mais e tentar compreender o porquê, puxar mais por nós próprios, mas pode haver mais distrações, mas na maneira clássica...pronto o setor dá-nos a matéria e nós temos que tentar decorar, pois isso prefiro em projeto.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 4, Turma Dalton.

3- De que forma uma articulação STEM contribuiria para facilitar/difícultar a aprendizagem dos tópicos de massa e peso.

Os alunos do grupo 1 foram quase consensuais em indicar a hipótese em que seria melhor se desmontassem a balança, do ponto de vista ser “interessante” e “divertido”:

E1: Eu acho ia ser bom, mais interessante e mais divertido.

E3: Seria melhor e mais interessante.

E18: Sim, seria mais interessante

E4: Seria mais interessante, divertido e aprenderíamos mais coisas sobre a matéria, porque iríamos pesquisar, etc. e encontraríamos mais coisas do que se calhar íamos dar e ficávamos a saber mais.

E2: Acho que iríamos aprender mais assim...porque iríamos pesquisar.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 1, Turma Avogadro.

Os alunos do grupo 2 dividiu-se nas opiniões sobre a dificuldade em fazer recurso da articulação STEM e qual seria o método preferido. Consideraram que seria mais “eficiente” mas simultaneamente poderia ser mais confuso:

E7: Eu acho que sim porque estávamos a abordar mais assuntos sobre peso e massa

E5: Seria uma maneira mais eficiente de aprender. Mais correta, seria uma maneira mais... melhor do que estar só estar a falar com os alunos.

E8: Eu acho que iria ser mais difícil, iria ser mais difícil mas aprenderíamos um bocado mais. Porque falaríamos de mais coisas.

E9: Por um lado seria mais fácil porque as aulas, algumas, não seriam tão secantes e se calhar poderia despertar mais interesse em alguns alunos. (...) Não sei porque em algumas

matérias só se fala de uma determinada coisa e passamos o tempo inteiro só a ouvir a mesma coisa e torna-se um bocado secante, mas se ouvirmos coisas diferentes acabamos por não estar a falar do mesmo assunto.

E6: Podíamos ficar um bocado mais confuso porque podemos não saber bem ...não sei bem explicar, podia ficar mais confuso para algumas pessoas.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 2, Turma Boyle.

O grupo 3 foi unanime em defender a utilização de uma articulação STEM porque “como estávamos a dar aos bocadinhos mais aprofundado íamos perceber melhor”:

E10: Dependia das disciplinas, porque se fossemos a ver todas têm a ver com o mesmo.

E12: Sim, íamos aprender um bocado a matemática, uma parte em físico – química, uma parte em ciências e depois se juntássemos tudo, como estávamos a dar aos bocadinhos mais aprofundado íamos perceber melhor.

E11: Acho que seria com todas as disciplinas porque iria perceber melhor.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 3, Turma Cavendish.

Foram também questionados sobre a orientação dos alunos para uma futura área de estudo considerando a possibilidade da articulação das STEM nas aprendizagens.

Os alunos da turma Avogadro não manifestaram interesse em mudar as suas escolhas:

E3: Não sei, porque a área de ciências é difícil...acho que não ia fazer diferença.

E1: Eu acho que não. Eu já pensei ir para advogada de empresa, de uma empresa da área de Ciências ou num Hospital ...Eu acho que não, porque já estou muito decidida do que eu quero.

E18: Também não estou a ver assim de repente. Já teria aquela ideia pensada.

E4: Não porque o que gosto mais é de informática.

E2: Não porque já tinha aquilo pensado, não faria diferença.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 1, Turma Avogadro.

Os alunos da turma Boyle não manifestaram interesse em mudar de área. A sua área de interesse continuaria a ser a das ciências. Facto curioso, foi a identificação da influência que outras pessoas tiveram na sua escolha/preferência:

E7: Eu acho interessante e a minha Tia foi para lá e achei interessante, e quando era pequenina já brincava sobre isso. Ninguém me influenciou, achei apenas interessante (...) Eu acho que os interesses despertam-se quando a gente tem interação com algumas pessoas que estão nessas áreas e que nos influenciam.

E8: Isso não sei muito bem, isso foi no quinto ano, eu tive uma panca em querer ser bióloga, estudar os animais, as plantas, acho que foi quando fui de férias e fui a um parque e estava lá uma senhora que tratava dos animais e perguntei ao meu pai e achei (a profissão) bióloga mais interessante.

E7: Eu acho que os interesses despertam-se quando a gente tem interação com algumas pessoas que estão nessas áreas e que nos influenciam, e acaba por gostar do tema.

E9: Foi quando era muito pequenina e o meu irmão andava no basquete e eu quis entrar para também experimentar e desde então eu não consigo parar muito tempo de fazer desporto então eu queria seguir com alguma coisa relacionada com o desporto.

E5: Quero seguir programação, eu tenho noção básica de tecnologia e assim, e fico no computador e acho que é melhor opção do que nas outras.

E7: Stor, eu também comecei a gostar mais da área das ciências porque as suas aulas também são motivantes, eu gosto muito das aulas.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 2, Turma Boyle.

Os alunos da turma Cavendish também não mostraram interesse em mudar de opinião, mesmo se fosse abordado outro método de aprendizagem:

E11: Não sei se faria diferença ou não, eu queria ser cabeleireira.

E10: Não acho interessante as outras áreas. Eu sempre gostei de coisas do campo e dos animais.

E12: Desde pequeno pratico desporto e várias modalidades e tenho mais interesse para seguir desporto.

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 3, Turma Cavendish.

Os alunos da turma Dalton não manifestaram interesse em mudar de área. Também este grupo tem ideias muito concretas com os seus interesses e razões que os levam a fazer as suas escolhas. Mais uma vez, podemos identificar a influência de outras personagens que direta ou indiretamente influenciaram a sua escolha:

E20: Eu sempre gostei de coisas feitas ao ar livre, gostava de ser equitadora, trabalhar com cavalos e não mudava de ideia.

E14: Isto começou já quando eu era mais pequena, por exemplo nós tínhamos estudo do meio e naquela parte que era sobre coisas mais culturais eu não me interessava mas na parte quando começava a falar de plantas e coisas assim eu sempre me interessei muito e comecei me a interessar e gostava e via programas de coisas assim giras de laboratórios, de sobre a Natureza também um bocado. Houve uma altura que me queria dedicar mesmo só aos animais mas agora a partir do sétimo ano quando comecei a ter as suas aulas ... eu acho isto tipo, teorias, coisas assim mais ligadas a ... não sei, coisas de lógica do Universo, como as coisas são assim, sempre tive muito interesse e agora cada vez mais e é isso que vou seguir.

E19: A tecnologia é muito cativante e acho que é uma área em que sou boa, porque eu sei mexer em qualquer coisa tecnológica.

E16: Desde que eu entrei no 1.º ano que sempre gostava mais da parte de Matemática, sempre que chegava à parte dos números gostava mais de estudar. O que queria ser era professora de Matemática... eu sempre gostei mais de Matemática e não de Humanidades, não me vejo a ir para Humanidades, eu vejo-me mais a trabalhar com números.(...) A minha mãe trabalha com números mas eu acho que não foi por isso... desde sempre gostei de números.

E14: Eu primeiro gostava, desde de pequenina gostava de ciências mas quando fui para a escola (...) eu... na outra escola tirava boas notas e comecei a tirar boas notas e comecei a gostar.

E17: Primeiro começou na escola primária, a gente como a E14 disse a gente tinha estudo do meio e eu gostava daquilo, e depois quando no início do sétimo ano o setor falou do espaço, dos anos-luz, muita coisa eu fiquei mais curioso e até agora eu pesquiso alguns dias, a minha parte de ciências não é na Terra é mais Espaço, eu interessei-me muito pelas descobertas que fazem no espaço, descobrir estrelas novas, planetas...

Entrevista em grupo focado, Bloco 5, Grupo 4, Turma Dalton.

Capítulo VI

Discussão de Resultados, Conclusões e Reflexão final

“Não existem métodos fáceis para resolver problemas difíceis”.

René Descartes¹⁷ (1596 – 1640)

Tal como já foi referido no resumo deste projeto de investigação, o nosso estudo pretende fazer um modesto contributo para o acervo que tenta clarificar atributos e potencialidades da articulação STEM no processo de ensino/aprendizagem dos alunos. Para isso partimos de um problema: “Como é que uma abordagem STEM, sobre peso e massa, influência a motivação dos alunos, as suas estruturas cognitivas e aprendizagens?” Deste problema retiramos três questões de investigação:

- Qual a motivação e o interesse pelas áreas STEM e como evoluem após o desenvolvimento da abordagem STEM?
- Quais são as estruturas cognitivas sobre os conceitos de peso e massa, antes do desenvolvimento da abordagem STEM?
- Quais as dificuldades que os alunos sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM?

No intuito de dar resposta às questões de investigação seguimos uma metodologia de investigação misto. O nosso tema de trabalho foram os conceitos de peso e massa, conteúdos lecionados no sétimo ano, habitualmente lecionados no final do primeiro período e no segundo período. Participaram no estudo vinte alunos do sétimo ano, provenientes de quatro turmas de uma escola da margem Sul.

A atividade prática seguiu o modelo descrito por Thibaut et al. (2018) como “Inquiry” que envolve práticas de investigação, que permitem aos alunos descobrirem e desenvolverem conhecimentos usando uma prática experimental onde podem testar “as suas ideias (...)”

¹⁷ René Descartes (31 de março de 1596 – 11 de fevereiro de 1650) foi um filósofo, físico e matemático francês. Notabilizou-se pelo seu trabalho revolucionário na filosofia e na ciência. Obteve reconhecimento matemático por sugerir a fusão da álgebra com a geometria, facto que deu origem à geometria analítica e ao sistema de coordenadas que hoje leva o seu nome. Foi também uma das figuras-chave na Revolução Científica.

desmontando coisas, fazendo previsões, observando e registrando suas explicações” (Satchwell & Loepp, 2002 citado por Thibaut et al, 2018, p. 6).

Utilizaram-se vários instrumentos de recolha de dados: questionário, WAT, documentos escritos (desenhos) e entrevista em grupo focado. Nas seções seguintes apresentam-se a discussão de resultados e uma reflexão final.

No domínio da motivação e interesse, recolhendo informação nas respostas ao questionário, a maioria dos alunos (65 %) indicou a área de Ciências e Tecnologia como a primeira escolha no prosseguimento de estudos, têm boas expectativas em obter boas notas a Matemática (82 %) e Ciências (65 %). Talvez por isso fazer os trabalhos de casa de Matemática (100 %) e Ciências (82%) não seja problema. Segundo as suas respostas, a família mostra interesse no prosseguimento de estudos nas áreas STEM incentivando o seu estudo, particularmente na área da Matemática e Ciências. A presença de familiares nessas áreas também pode ser um fator fundamental de preferência. Indicam ter familiares ligados profissionalmente às áreas da Engenharia e Matemática (60 %), ligados às Ciências (40 %) e ligados à Tecnologia (30 %).

Mostraram interesse em mobilizar os conhecimentos adquiridos nestas duas disciplinas na sua futura carreira (65 %) porque vai ajuda-los no futuro e por isso tentam dar o seu melhor. Estão muito interessados por carreiras ligadas às áreas da Matemática (76 %) e das Ciências (63 %) o que reflete o gosto pelas aulas destas disciplinas (88 % e 82 %, respetivamente). Os alunos consideram ter mais saídas profissionais com a Matemática (82 %) e com as Ciências (70 %) e acham que vão ganhar muito dinheiro se seguirem uma carreira ligada a essas áreas (70%). A expectativa já é menor no que diz respeito à Tecnologia (59 %) e Engenharia (51 %). Por isso têm altas expectativas em entrar numa boa faculdade na área da Matemática (70 %) e das Ciências (65 %) e um menor interesse nas áreas da Engenharia e Tecnologia (41 %) o que corresponde à expectativa em ter profissões mais ligadas às áreas da Matemática (82 %) e das Ciências (65 %) do que às áreas da Engenharia e Tecnologia (41 %).

Admiram quem trabalha nestas áreas (93 % e 82 %) e na área da Tecnologia (58 %) e sentem à-vontade em falar com pessoas que trabalham nas mesmas áreas que admiram, Matemática (82 %), Ciências (65 %) e Tecnologias (41 %). Consideram que trabalhar na área das Ciências poderia ser uma condição necessária para aprender a trabalhar em equipa (59 %). Os alunos deste estudo reconhecem o mérito e a competência dos cientistas e da Ciência. Para os alunos os cientistas são importantes para a nossa sociedade (94 %), seguir a carreira científica seria desafiante (94 %) e seria bom trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas (59 %).

Relativamente ao reconhecimento, consideram poderem ser mais reconhecidos pelo trabalho que vão desenvolver nas áreas de Matemática e Ciências (77 %) do que Engenharia e a Tecnologia. Mais de metade dos alunos espera ter uma carreira profissional de sucesso com

contributos importantes para a Ciência. Ainda no que diz respeito ao reconhecimento profissional das profissões relacionadas com Línguas e Humanidades, os alunos distribuem-se sobre o seu ou não reconhecimento.

A relação com a Engenharia e a Tecnologia mostrou-se de menor intensidade que a relação com a Matemática e as Ciências. Na relação com a Tecnologia os alunos dividem-se: se for na aplicação (82 %) e utilização (70 %) na sala de aula, manifestam gosto e interesse na sua utilização; se for em conseguir aprender a trabalhar com as Tecnologias (53 %) ou na futura carreira profissional (47 %) o interesse já é menor (47 %); conseguir ter um bom desempenho nas atividades que envolvem a Tecnologia, 53 % dos alunos não concorda nem discorda que isso seja possível.

Numa área mais próxima do investigador, sendo professor de Ciências Físico – Químicas (CFQ) e sendo o primeiro ano que frequentam a disciplina, considero importante os alunos responderem divertirem-se muito a estudar CFQ (94 %) e compreender facilmente o que é explicado (88 %). Mas é menor a perceção dos alunos em terem bons resultados (70 %), ou facilmente serem bons alunos (59 %) o que mesmo assim não lhes tira a “mais vontade” de irem para a escola quando vão ter CFQ (82 %), o que encontra correspondência ao considerarem ser agradável frequentar a disciplina (94 %). Pela observação dos valores chegam mesmo a considerar a hipótese da disciplina ser obrigatória para todos os cursos (82 %), o que vai de encontro à perceção da aplicação prática das CFQ (76 %). Sentem que resolver as atividades é útil para a vida (82 %) e são resilientes quando tentam resolver um problema (59 %), achando até ser fácil resolver problemas (59 %) e as atividades com facilidade (59 %). Esta vontade é reforçada pelo gosto em estudar a disciplina (88 %) e na sua utilidade no dia-a-dia (76 %). O seu interesse pelas Ciências Físico – Químicas não diminui ao longo do tempo de escola (71 %) e não seria bom deixar de estudar a disciplina (76 %). A resolução dos problemas não os desanimam (71 %) nem a disciplina os deixam irritados (76 %). Pelo contrário, consideram que estudar Ciências Físico – Químicas dão-lhes mais competências (59 %) e os deixam mais tranquilos (71 %).

Não foi perceptível uma categorização ou separação de género na apreciação da disciplina e na sua frequência, mas curiosamente, uma aluna manifestou que as CFQ são mais para rapazes o que talvez explique a sua escolha, em terceiro lugar, da área de Ciência e Tecnologia.

Relativamente ao domínio da evolução dos interesses, pela análise das entrevistas e dos inquéritos, podemos constatar que os alunos, se já tinham altos interesses nas Ciências e Tecnologias, assim mantiveram alto esse interesse. Podemos até dizer que aumentou, pois, uma aluna manifestando um interesse inicial pelas Artes Visuais na resposta ao inquérito, mais tarde

na entrevista, revelou que tinha nesse momento mais interesse em seguir uma área relacionada com as Ciências.

Para perscrutar as estruturas cognitivas dos alunos foi construído um mapa de frequência WAT. O método utilizado para construção do mapa de frequências foi o descrito por Nakibog˘lu, (2008). Verificou-se que os níveis de maior frequência e intermédios são ocupadas por palavras-resposta que têm sentido no seu dia-a-dia, relacionam-se com temas prosaicos, mas que nada têm a ver com os conceitos científicos de peso e massa. Nas frequências mais fracas já são identificadas associações significativas e aceitáveis em termos do conceito de peso e massa, mas continua a prevalecer as associações que os alunos fazem com o conhecimento do seu dia-a-dia.

Só no 5.º nível foi possível ter a associação completa de todas as palavras – estímulo e a última palavra – estímulo a ser associada foi “peso” e com uma maioria de associações a conceitos errôneos e alternativos. A palavra – estímulo “matéria” é apenas mencionada uma única vez, no 4.º nível e a palavra – estímulo “massa” é a mais associada.

Segundo Derman e Eilks (2016), “a teoria construtivista da aprendizagem descreve a importância da interação entre o aluno e o ambiente”, ou seja, o que o aluno aprende é resultado da incorporação do novo conhecimento às estruturas de conhecimento prévio. As redes formadas por essas interações e conexões são as estruturas cognitivas pertencentes ao indivíduo e de acordo com Tsai (2001) citado por Derman e Eilks (2016), “o conhecimento do aluno obtido nos cursos de ciências é armazenado na memória de longo prazo de forma hierárquica e representado como uma estrutura cognitiva.”. Esse armazenamento pode adquirir significado para o aluno ou pelo contrário pode ocorrer uma aprendizagem mecânica e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva (Silva, 2020).

Para dar resposta à dificuldade que os alunos sentiram, foi mobilizada a recolha de dados através de um documento escrito (desenho) e de uma entrevista, realizada em grupo de quatro a cinco alunos.

O nosso documento era uma representação do que seria a constituição do interior de uma balança de casa de banho, no pensamento do aluno, um produto simultaneamente consciente e não consciente, porque existe informação não consciente transmitida “pelos pressupostos subjacentes involuntariamente revelados” (Bell, 2010, p. 106).

A nossa entrevista foi do tipo semiestruturada de forma a privilegiar a livre expressão dos entrevistados, de perguntas abertas mas com um guião servindo de linha de orientação (Bell, 2010). Tinha o objetivo de “permitir-nos entrar na perspetiva da outra pessoa” (Patton, 2002) e com isso dar-nos acesso ao que está “dentro da cabeça de uma pessoa (Tuckman, 2000).

Pela análise dos desenhos foi possível verificar que houve um misto de algum conhecimento científico, desconhecimento do interior de uma balança e criatividade. A

criatividade chegou ao ponto, de uma aluna entregar um primeiro desenho onde representava um elfo e os seus noventa e nove amigos elfos, a pesarem as pessoas! A descrição feita pelos alunos evidenciou alguma surpresa pelo pedido, aliada à dificuldade em traduzir no papel o que pensavam. Nenhum desenho revela com alguma validade o funcionamento do mecanismo da balança. Na entrevista alguns alunos sugerem a existência de molas, porque segundo a entrevista, se estavam a pesar tinha de ter uma mola, ou molas. Segundo Bell (2010, p. 109) “o método mais usado em programas de investigação breves na área educacional é a crítica interna”, em que o documento é sujeito a uma análise rigorosa, que começa por responder a uma série de questões, que neste estudo realçamos, “de que tipo de documento se trata” (p. 109), “quem os produziu” (p. 110) e “quando e em que circunstâncias foi o documento produzido” (p. 110). Este documento tratava-se de um desenho realizado por alunos, crianças entre os doze e catorze anos, que evidenciaram dificuldade na “arte de desenhar” e foi pedido num contexto não familiar para os alunos, descontextualizado da sua vivência diária.

Nas entrevistas foi possível verificar que nos seus conhecimentos prévios, associavam o peso “ao peso das coisas” e o conceito de massa ou era desconhecida, ou relacionavam com comida, ou consideravam mesmo ser a mesma coisa que o peso. Temos de considerar que o seu conhecimento prévio resulta das suas vivências, das suas experiências quotidianas. Segundo Piaget citado por Mores (p. 17) o pensamento “encontra-se adaptado à realidade e esforça-se por influenciá-la. É suscetível de verdade e erro...e pode ser comunicado através da linguagem.” Depois de abordarem os conceitos de peso e massa, já conseguiram expressar outro entendimento, apesar de alguma dificuldade e medo de falhar perante o professor.

Relativamente às dificuldades que os alunos sentiram, foi principalmente nos cálculos números, a numeracia. Consideraram que evoluíram na compreensão dos conteúdos, mas a realização de cálculos numéricos na determinação de peso, massa, reduções e progressões foi muito assinalado nas suas entrevistas. A matemática só é entendida quando esta traz significado para o aluno e a significação é função da realidade do sujeito de conhecimento, dos saberes e valores que estes trazem de casa. Os alunos dividiram-se na importância em ter conhecido anteriormente como funciona a balança, para compreender os tópicos de massa e peso. Um grupo de alunos acharam que podiam ficar a conhecer melhor o funcionamento de uma balança, mas que isso iria causar alguma confusão nos alunos. Outro grupo mostrou-se favorável à hipótese de desmontar a balança ser mais fácil compreender os conceitos, com a ressalva de que antes o professor “já tinha explicado” o que era o peso e a massa. Questionados sobre qual o método que preferiam para estudar, o método “clássico” de ensino ou um em que pudessem ter “desmontado” a balança, as opiniões também se dividiram. Alguns alunos manifestaram-se a favor de um trabalho mais prático, de pesquisa, em projeto com outras disciplinas, enquanto outros preferiam o método

a que estão acostumados dito “clássico” devido à presença (omnipresente) do professor. Este facto pode encontrar resposta numa vivência do aluno que é caracterizado desde tenra idade por um ensino formal, um ensino segundo Chagas (1993) caracterizado por ser altamente estruturado, que segue ainda um programa maioritariamente pré-determinado, regulado e normativo, semelhante ao dos outros alunos da mesma instituição.

Relativamente à percepção da forma como uma articulação STEM contribuiria para facilitar/dificultar a aprendizagem dos tópicos de massa e peso, pareceu contradizer a questão anterior, porque houve uma grande maioria a defender uma articulação STEM. Os alunos expressam mais envolvimento comportamental e emocional em ambiente STEM do que num ambiente “regular”. Esta observação vai de encontro ao trabalho de investigation de Struyf et al. (2019), onde afirmam que os alunos estão mais envolvidos em ambientes de aprendizagem STEM, centrados nos alunos e a mesma conclusão é possível encontrar na literatura.

Foram ainda questionados sobre a sua orientação para uma futura área de estudo considerando a possibilidade da articulação das STEM nas aprendizagens que seriam feitas na escola. A totalidade dos alunos afirmou não mudar de opinião. Na realidade quase todos os alunos manifestaram o interesse na via das Ciências e Tecnologia e não viam interesse ou razão para mudar de opinião. Já traziam uma opinião formada, que parece ter sido resultado da influência familiar, dum acontecimento ou gosto em particular que surgiu cedo nas suas vidas. Familiares ligados a profissões nas áreas STEM, professores de matemática e/ou ciências que “lecionam e estimulam” o gosto pelas disciplinas STEM, programas culturais de carácter científico mostram ser muitas vezes o “gatilho” na formulação de interesses e motivações. Aqui podemos referir Means et al. (2016) que desenvolveram uma investigação que evidencia o facto dos alunos que participam em escolas secundárias com foco nas STEM, aumentarem a probabilidade de terminarem os estudos e aumentarem o seu interesse em carreiras científicas e aspirações de obter um mestrado ou grau superior.

Conclusões e reflexão final

Como professor, considero para que um aluno “aprenda” é necessário que essa aprendizagem seja significativa para ele. Para isso acontecer são necessárias preencher duas condições: em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender e em segundo lugar o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo. E cada aluno “faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio” (Pelizzari et al, 2001, p. 38).

Neste estudo esperam-se descrições abertas, não se esperam significados complexos nem generalizações universais, e revelam-se apenas a permanente função interpretativa do investigador (Stake, 1998). Assumindo esta posição, afirmamos que os alunos têm motivação e interesse suficientes pelas áreas STEM, respondendo desta forma à primeira questão de investigação. Tanto nos questionários como nas entrevistas o seu interesse foi notório e não seria por experimentar uma metodologia diferente que iriam mudar massivamente de opinião. A Matemática e as Ciências encontram-se na sua rota e não as temem.

O reconhecimento pelo trabalho dos cientistas na evolução da ciência é um facto assumido, assim como a admiração dos próprios cientistas.

Quanto ao conhecimento das estruturas cognitivas sobre os conceitos de peso e massa (2.^a questão), podemos secundar (Derman & Eilks, 2016) ao afirmarem não ser fácil identificar as estruturas cognitivas, como as conexões mentais entre termos, conceitos, processos e não existe apenas uma definição aceite para estruturas cognitivas. No entanto, consideramos a ideia central de Piaget:

“De que o conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos, nem de uma ampla programação inata, preformada no sujeito, – embora sua teoria baseie-se na existência de alguns elementos inatos – mas de construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas, as quais são resultantes da relação sujeito x objeto, onde um dos termos não se opõe ao outro, mas se solidarizam, formando um todo único.” (Neves & Damiani, 2006, p. 5)

Assim, podemos compreender a “valorização dos conhecimentos prévios no processo de aprendizagem, pois o novo conhecimento aprendido tem que ter significado/sentido para o aluno” (Silva, 2020, p. 3).

“As estruturas cognitivas desempenham um papel importante na capacidade de processamento da informação dos alunos, pois servem como quadros de referência, permitem apreender e trabalhar com um ou vários aspetos de um conceito. Portanto, o professor desempenha um papel importante em facilitar os alunos a desenvolver representações mentais (...)” (Navaneedhan & Kamalanabhan, 2017, p. 90).

No espaço temporal em que preencheram o livreto com as palavras estímulo, já possuíam conhecimentos válidos sobre peso, força e dinamómetro, no entanto, isso não foi evidente no preenchimento do livreto. Este acontecimento não será de estranhar tendo em conta os baixos níveis de literacia científica dos alunos, o ano escolar do estudo que apresentamos, ser o primeiro ano de ciências físico – químicas dos alunos e o facto do conceito de peso e massa serem aplicados no dia-a-dia de forma corriqueira e desadequada cientificamente.

Conhecer as dificuldades que os alunos sentiram durante o desenvolvimento da abordagem STEM (3.^a questão) foi possível ir conhecendo alguns mais evidentes e outros que se foram afirmando. No decorrer das atividades letivas e no desenrolar deste projeto constatou-se a dificuldade dos alunos para se desviarem do caminho “tradicional” onde prevalece uma separação entre o quotidiano e o conteúdo científico. As dificuldades primárias sentidas foram resultado do confronto entre conhecimentos previamente adquiridos, do seu quotidiano, e o conhecimento científico. Esta dialética causou alguns constrangimentos, e a natural “aversão” a números e contas ajudou às maiores dificuldades diagnosticadas e sentidas pelos alunos. No entanto, foram consensuais que com estudo e aplicação seria fácil de ultrapassar, pois até consideram a disciplina de CFQ interessante e importante para o seu futuro, para além, claro esta, da Matemática.

No final manifestaram um grande interesse em “abraçar” uma nova via, uma articulação mais integradora do que nos rodeia, uma integração STEM nos processos de ensino-aprendizagem, o que lhes permitiria no futuro abrir mais portas e serem, a longo prazo recompensados socialmente e monetariamente. De realçar positivamente que não foi detetada uma sectorização por género das Ciências, sendo aceite serem adequadas de igual forma a rapazes e a raparigas.

Seria adequado e desafiador replicar este exercício de investigação a um grupo maior de alunos e durante um maior período de tempo de forma a dar mais consistência à evolução dos interesses. O objetivo seria entender como diferentes fatores e experiências iniciais condicionam a escolha dos alunos no prosseguimento de estudos ao nível do ensino secundário e quais as suas dificuldades ao ingressarem numa abordagem pedagógica integrada STEM. São múltiplos os desejos e os interesses dos alunos no prosseguimento de estudos e verificamos que esses interesses são facilmente (ou não) moldáveis a influências exteriores como família, professores, amigos, contextos ambientais e sociais e em última análise a própria escola.

“Uma sala de aula de ciências é um compêndio de muitos mundos (...) Esses mundos figurados são fluidos, têm limites porosos e existem concomitantemente com regras e normas estabelecidas” (Tan et al, 2013)

Com os problemas globais à espera de respostas globais, o ensino dito tradicional começa a esgotar-se na capacidade de dar resposta de forma adequada e em tempo útil. Governos e organizações procuram profissionais que revelem outras capacidades e competências que as nossas escolas não estão a ser capazes de fornecer. A abordagem do método integrado STEM poderá ser uma hipótese, cada vez mais viável de acordo com a literatura científica, ainda insuficiente, mas cada vez mais profusa.

“No centro das sociedades de aprendizagem estão as pessoas e instituições” (Heitor & Horta, 2013, p. 179). Os alunos mostram-se disponíveis para essa mudança! Talvez só falte as entidades responsáveis.

Referências Bibliográficas

- Afonso, N. (2005). *Investigação Naturalista em Educação*. Porto, Portugal: Edições Asa.
- Akman, O. & Koçoğlu, E. (2016). Investigation 8th Grade Students Secondary School Cognitive Structure about Principles of Atatürk through Word Association Test. *Journal of education and Training Studies*. 4 (11)
- Bahar, M., Johnstone, A. H. & Sutcliffe, R. G. (2015) Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33 (3), 134-141.
- Baptista, M., Martins, I., Conceição, T. & Reis, P. (2019) Multiple representations in the development of students' cognitive structures about the saponification reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, 20, 760-771.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bell, J. (2010). *Como Realizar um Projeto de Investigação*. (5ª Ed.). Gradiva.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70 (1), 30-35. http://stemcentral-media.s3.amazonaws.com/uploads/forums/2014/07/06/Bybee-Integrated_STEM_Plan.pdf
- Bogdin, R.C. & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto Editora.
- Boutinet, J-P. (1990). *Antropologia do Projeto*. Instituto Piaget.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72. http://www.perform-research.eu/wp-content/uploads/2016/07/Boe-2011_PArticipation-in-science.pdf

- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências: Relações entre museus de ciência e escolas. *Revista de Educação*, 3 (1), 51-59.
- Christensen, R. & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health* (JESEH), 3(1), 1-13.
- Dal-Farra, R. & Lopes, P. (2013) Métodos Mistos de Pesquisa em Educação: Pressupostos Teóricos. *Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP*, 24 (3) p. 67-80.
<http://dx.doi.org/10.14572/nuances.v24i3.2698>
- Dal-Farra, R. & Feters, M. (2017) Recentes avanços nas pesquisas com métodos mistos: aplicações nas áreas de Educação e Ensino. *Acta Scientiae. Canoas*. 19 (3).
- Defining STEM, STEM Education in California (2014). Departamento de Educação da Califórnia.
<https://www.cde.ca.gov/PD/ca/sc/stemintrod.asp>
- Derman, A. & Eilks, I. (2016) Using a word association test for the assessment of high school students' cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 902-913.
- Dika, S. & D'Amico, M. (2015) Early Experiences and Integration in the Persistence of First-Generation College Students in STEM and Non-STEM Majors. *Journal of Research in Science Teaching* 53 (3), 368 – 383.
- Dunning, H., Williams, A., Abonyi, S. & Crooks, V. (2007). A Mixed Method Approach to Quality of Life Research: A Case Study Approach. Springer Science + Business Media B.V. DOI 10.1007/s11205-007-9131-5
- Eisenhart, M., Weis, L., Allen, C., Cipollone, K., Stich, S. & Dominguez, R. (2015) High School Opportunities for STEM: Comparing Inclusive STEM - Focused and Comprehensive High Schools in Two US Cities. *Journal of research in science teaching* 52 (6), 763 – 789.

- English, L. (2016) STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*. 3:3. DOI 10.1186/s40594-016-0036-1
- Erickson, F. (1986). Qualitative Methods in Research on Teaching. In *Handbook of Research on Teaching* (pp. 119-161).
http://web.archive.org/web/20170329080329/http://courses.education.illinois.edu/ci550/course_materials/Frederick_Erickson_Article.pdf
- Foddy, W. (2002). *Como Perguntar: Teoria e Prática da Construção de Perguntas em Entrevistas e Questionários*. Celta Editora.
- Fortin, M.F. (2003). *O processo de investigação. Da conceção à realização (3ª Ed.)*. Lusociência.
- Galego, C. & Gomes, A.A. (2005). Emancipação, rutura e inovação: o “focus group” como instrumento de investigação. *Revista Lusófona de Educação* (5), 173 - 184.
- Galvão, C., Freire, S., Faria, C., Baptista, M. & Reis, P. (2017). *Avaliação do Currículo das Ciências Físicas e Naturais: Percursos e Interpretações*. Lisboa, Portugal: Instituto de Educação.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Edições ASA.
https://www.academia.edu/17852988/Galv%C3%A3o_C_Reis_P_Freire_A_and_Oliveira_T_2006_Avalia%C3%A7%C3%A3o_de_compet%C3%Aancias_em_ci%C3%Aancias_Sugest%C3%B5es_para_professores_do_ensino_b%C3%A1sico_e_do_ensino_secund%C3%A1rio_Lisboa_ASA
- Hazra, A, (2018). What is the word association test in psychology, and why is it important?. Quora.
<https://www.quora.com/What-is-the-word-association-test-in-psychology-and-why-is-it-important>
- Horta, H. & Heitor, M. (2013). Science and Technology in Portugal: From Late Awakening to the Challenge of Knowledge-Integrated Communities. In G. Neave & A. Amaral (Eds.), *Higher Education in Portugal 1974 – 2009 A Nation, a Generation* (pp. 179 – 227). DOI 10.1007/978-94-007-2135-7_8

- Kelley, T. & Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education* 3:11. DOI 10.1186/s40594-016-0046-z
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44 (3), 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Lamb, R., Akmal, T. & Petrie, K. (2015). Development of a Cognition-Priming Model Describing Learning in a STEM Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52 (3), 410 – 437.
- Lent, R.W., Brown S.D. & Hackett, G. (2002). Social Cognitive Career Theory. Career and Choice and Development (4th Ed. 255-31) https://www.researchgate.net/publication/306145850_Social_cognitive_career_theory
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (2008). *Investigação Qualitativa. Fundamentos e Práticas*. Instituto Piaget.
- Liu, X. & Ebenezer, E. (2002). Descriptive Categories and Structural Characteristics of Students' Conceptions: An exploration of the relationship. *Research in Science & Technological Education*, 20 (1), 111-132.
- Lopes, B. J. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Fundação Calouste Gulbenkian.
- Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V.L. & Lynch, S.J. (2016). STEM-Focused High Schools as a Strategy for Enhancing Readiness for Postsecondary STEM Programs. *Journal of Research in Science Teaching*. Wiley Periodicals, Inc.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage. <https://vivauniversity.files.wordpress.com/2013/11/milesandhuberman1994.pdf>
- Monteiro, M. & Santos, M. R. (1999). *Psicologia*. Porto Editora.
- Mores, R. C. *Pensamento e Linguagem. Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934)*. Ed. Ridendo Castigat Mores.

- Moore, T. J., Tank, C. M., Glancy, A. W. & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52 (3), 296-318.
- Nadelson, L. & Seifert, A. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110 (3), 221–223.
- Nakiboglu, C. (2008) Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 309–322.
- National Academy of Engineering (NAE) e National Research Council (NRC) (2014) STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research.
- National Research Council (NRC). (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Washington, DC: National Academies Press.
http://k12accountability.org/resources/STEM-Education/Intersection_of_Science_and_21st_C_Skills.pdf
- Navaneedhan, C. &, Kamalanabhan, T. (2017). What Is Meant by Cognitive Structures? How Does It Influence Teaching –Learning of Psychology? *IRA International Journal of Education and Multidisciplinary Studies* (ISSN 2455-2526), 7 (2), 89-98.
- Neves, R. A. &, Damiani, M. F. (2006). Vygotsky e as teorias da aprendizagem. *UNI Revista* 1(2).
- Özarslan, M. & Çetin, G. (2007). Biology Students' Cognitive Structures about Basic Components of Living Organisms. *Science Education International*. 29 (2).
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Pelizzari, A. et al (2001). Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. *Rev. PEC*, 2 (1) 37-42.
- Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3 (1), 02.

- Pugliese, G. (2019). *Nova tendência na área de educação pode melhorar ensino básico no Brasil*.
<https://noticias.portaldaindustria.com.br/entrevistas/gustavo-pugliese/nova-tendencia-na-area-de-educacao-pode-melhorar-ensino-basico-no-brasil/>
- Quivy, R. & Campenheoudt, L. (2003). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Gradiva.
- Rahm, J. & Moore, J. (2016). A Case Study of Long-Term Engagement and Identity-in-Practice: Insights Into the STEM Pathways of Four Underrepresented Youths. *Journal of Research in Science Teaching* 53 (5), 768 – 801.
- Roegiers, X. et al (1993). *Metodologia de Recolha de Dados: Fundamentos dos Métodos de Observações, de Questionários, de Entrevistas e de Estudos de Documentos*. Instituto Piaget.
- Science, technology, engineering and mathematics (STEM) skills (2014). EU Skills Panorama.
https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/analytical_highlights/focus-science-technology-engineering-and-mathematics-stem-skills
- Silva, J. (2020). A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, 9 (4).
- Stake, R. (2007). *A Arte da Investigação com Estudos de Caso*. Fundação Calouste Gulbenkian.
- Struyf, A., Loof, H., Pauw, J. & Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41 (10), 1387-1407.
- Tan, E, Barton, A. C., Kang, H. & O'Neill, T. (2013). Desiring a Career in STEM-Related Fields: How Middle School Girls Articulate and Negotiate Identities-In-Practice in Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 50 (10), 1143 – 1179.
- Tank, E., Barton, A., Kang, H. & O'Neill, T. (2013). Desiring a Career in STEM-Related Fields: How Middle School Girls Articulate and Negotiate Identities-In-Practice in Science. *Journal of Research in Science Teaching* 50 (10), 1143 – 1179.

Thibaut et al. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*. 3(1), 02

Top 100 Inovações Educativas (2014). Fundación Telefónica.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/EPIPSE/top100_pt.pdf

Tuckman, B. (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Fundação Calouste Gulbenkian

Uzzo, S. (2018). Integração STEM e aprendizado no século XXI: Criar autenticidade no ensino e aprendizado k-12. *Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio*. 196 - 205.

Vieira, H., Morais, C., Paiva, J. C., & Moreira, L. (2016). *Attitudes towards Physics and Chemistry: insights from a questionnaire validation with music students*. 5th International Conference New Perspectives in Science Education.

Wolcott, H. F. (1994). *Transforming Qualitative Data: Description Analysis and Interpretation*. Thousand Oaks: Sage.

Yin, R. K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. (2^a Ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE, Publications

Apêndice A – Solicitação de Autorização

Texto convite a solicitar autorização para o aluno participar na entrevista

(enviado por email)

Exmo(a) Sr(a) Encarregado(a) de educação

Caro(a) Aluno(a)

Venho solicitar a autorização e participação numa entrevista que faz parte de um trabalho de investigação que realizo no âmbito do mestrado em Educação, do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, sobre as STEM no ensino do tópico massa e peso. Os dados recolhidos destinam-se unicamente ao trabalho em curso e são confidenciais pelo que foi devidamente autorizado pelo conselho pedagógico do agrupamento em reunião do dia 8 de junho.

Com esta entrevista de grupo pretende-se conhecer a opinião dos alunos sobre diversas formas de aprendizagem no que diz respeito aos conceitos de peso e massa.

A colaboração é muito importante, pelo que ficaria muito grato pelos minutos dispensados para a entrevista.

O dia agendado para este painel de entrevistados será sexta-feira, 19 de junho pelas 16 horas via Google meet. Serão convidados por email de acordo com o procedimento habitual.

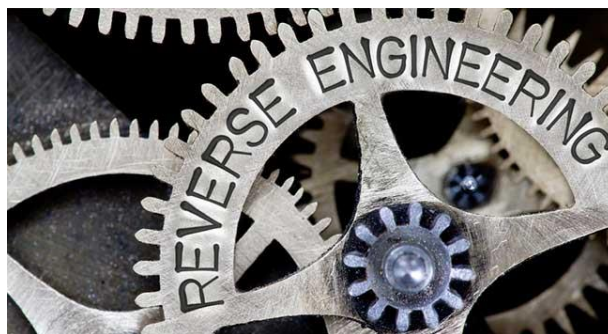
P.S. em virtude de não possuir os emails de contacto dos encarregados de educação solícito aos alunos que informem os respetivos encarregados de educação sobre o pedido de realização da entrevista.

Desde já agradeço a colaboração

António Tomás

ENGENHARIA REVERSA

Engenharia reversa é o processo de descobrir os princípios tecnológicos e o funcionamento de um dispositivo, objeto ou sistema, através da análise da sua estrutura, função e operação.



Já reparaste que que o lançamento de um produto de sucesso sempre vem acompanhado do lançamento de produtos semelhantes e oriundos de outras marcas? Objetivamente a engenharia reversa consiste em, por exemplo, desmontar uma máquina para descobrir como ela funciona. Desta forma, podemos admitir que a evolução tecnológica nem sempre é marcada pela inovação, mas sim, pelo constante melhoramento de produtos já existentes. São muitos os exemplos de empresas tecnológicas que competem entre si no mesmo segmento de negócio, aplicando esta técnica para se manterem competitivas no mercado.



(Adaptado de <https://engenharia360.com/engenharia-reversa/>)

Imaginem que são um grupo de engenheiros de uma indústria que produz balanças e que uma empresa concorrente desenvolveu um novo produto que está a ser um sucesso de vendas. A vossa missão é analisarem e descobrirem como funciona esse produto para desenvolverem uma balança

1- Observem a balança de casa de banho



... e façam um esquema de como pensam que funciona este equipamento. Indiquem os seus componentes e qual a função de cada um deles.

Apêndice C - Guião da Entrevista

Estrutura da Entrevista: Semiestruturada, de perguntas abertas, permitindo a livre expressão dos entrevistados

Entrevistados: Alunos do 7.º ano de escolaridade.

Tema: STEM no ensino do tópico massa e peso.

Objetivo Geral: Explorar elementos potencializadores da utilização das STEM no processo de ensino-aprendizagem.

Organização da Entrevista: Entrevista a um grupo de alunos, com uma duração prevista de 30 a 45 min, gravação da entrevista

| BLOCOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | FORMULÁRIO DAS PERGUNTAS | TÓPICOS |
|---|---|--|--|
| Bloco I – Legitimação da entrevista | Posicionar e informar os entrevistados relativamente ao contexto da investigação, objetivos e tema da entrevista. | 1 - Dados sócio-demográficos (idade e género) 2 – Prospeção de interesses futuros no prosseguimento de estudos. | Procurar desenvolver um clima de confiança, empatia e abertura. Motivar, agradecer antecipadamente, informar sobre a importância do seu contributo, pedir autorização para gravar, referir os princípios éticos e deontológicos: confidencialidade, anonimato e sinceridade. Entrega e leitura da transcrição da entrevista. |

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>Bloco II –</p> <p>Domínio conceptual</p> | <p>Recolher dados que permitam saber quais as aprendizagens dos alunos, sobre os conceitos de peso e massa.</p> | <p>1 – O que era para os alunos o peso e a massa?</p> <p>2 - O que aprenderam sobre o conceito de massa?</p> <p>3 – O que aprenderam sobre o conceito de peso?</p> | <p>Perceber a existência de ideias pré-concebidas e a forma como interferiram na apreensão dos conceitos. Quais as suas representações sobre os tópicos peso e massa.</p> <p>Perceber o conhecimento que ficou depois da aprendizagem, passível de ser mobilizado para resolver futuros problemas.</p> |
| <p>Bloco III –</p> <p>Processos de raciocínio</p> | <p>Recolher dados que permitam saber quais as dificuldades que sentiram, os alunos, sobre os conceitos de peso e massa (justificação dos conceitos)</p> | <p>1 – Quais foram as dificuldades que sentiram na aprendizagem dos conceitos?</p> | <p>Diagnosticar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos</p> |
| <p>Bloco IV –</p> <p>Domínio processual</p> | <p>Recolher dados que permitam saber de que forma o conhecimento do funcionamento de uma balança permitiu consolidar os conceitos de peso e massa</p> | <p>1 – Qual foi o teu pensamento quando o professor pediu para fazer um desenho do funcionamento de uma balança de casa de banho.</p> <p>2 – Quais foram as dificuldades na realização dos desenhos?</p> | <p>Conhecer a opinião dos alunos sobre a realização de um desenho do funcionamento de uma balança de casa de banho.</p> <p>De que forma através do processo de engenharia reversa (desmontagem da balança) consolidou os conceitos de peso e massa</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | 3 – Ao ver como funciona uma balança ficaste a perceber melhor os conceitos de peso e massa? | Explicar resumidamente aos alunos a ideia de terem desenhado uma balança. (A articulação das STEM na aprendizagem) |
| Bloco V – Relevância e articulação STEM | Recolher dados que permitam conhecer a relevância para os alunos do ensino num contexto STEM | <p>1 – Acharam importante conhecer como funciona a balança para compreender os tópicos de massa e peso.</p> <p>2 – Qual o método, que achou mais relevantes para conhecer os conceitos de massa e peso?</p> <p>3 – De que forma uma articulação STEM contribuíram para facilitar/dificultar a aprendizagem dos tópicos de massa e peso.</p> <p>4 – Em que medida este método de aprendizagem contribuiria para a escolha de uma futura área de estudo.</p> | <p>Perceber a relevância da articulação das STEM nos processos de aprendizagem e numa futura mobilização para resolução de problemas.</p> <p>Perceber qual a opinião de género sobre a articulação das STEM nas aprendizagens.</p> <p>Conhecer a orientação dos alunos para uma futura área de estudo.</p> |